الموسوعة الفلكية

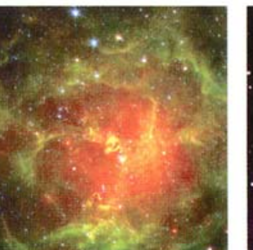
الجزء الاول

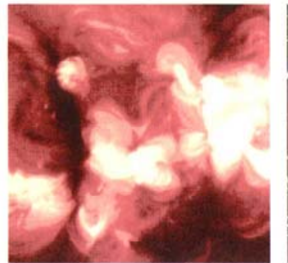


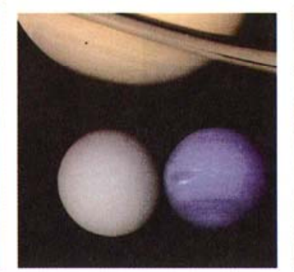
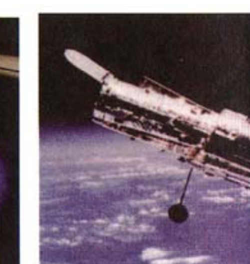
دار الشرق العربي

المـوسـوعـة الفلـكـيـة

الموسوعة الفلكية





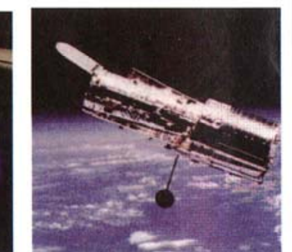
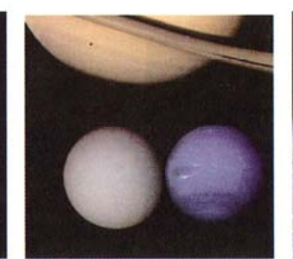
تأليف

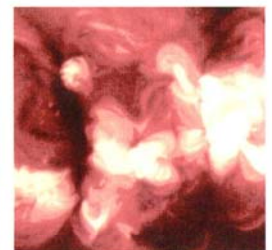
إبراهيم حلمي الغوري

سائر بصمه جي

عضو الاتحادالعربي للعلوم والفضاء والفلك

الموسوعة الفلكية




تأليف

إبراهيم حلمي الغوري

سائر بصمه جي

عضو الاتحادالعربي للعلوم والفضاء والفلك

بسم الله الرحمن الرحيم

الطبعة الثانية
1434 هـ ـ 2013م

شركة دار الشرق العربي ش.م.م.
للطباعة والنشر والتوزيع

الرقم الدولي : **ISBN 9953- 61-244-7**
الـمـوضـوع : علم فلك
الـعـنـوان : الموسوعة الفلكية
الـمـؤلـف : إبراهيم حلمي الغوري
الصفحات : **480 صفحة**



بيروت - لبنان
تلفاكس: 00961 1 701668
ص.ب.: 6918/11 - الرمز البريدي 11072230
سوريا - حلب
هاتف: 2116441 - 2115773
فاكس: 00963 21 2125966 ص.ب.: 415

info@afashedu.com
E-mail: afach1@scs-net.org

﴿لخَلقُ السَّمَوَاتِ وَالأَرضِ أكبَر مِنْ خَلقِ النَّاسِ وَلَكنَّ أكثَرُ النَّاسِ لا يَعْلَمُون﴾ سُورَة غَافِر (الآيَة 57)

صَدقَ الله العَظِيْم

المقدمه

يَنْفردُ عِلمُ الفَلَك ـ بَيْنَ كُلِّ العُلوم ـ بِشَغفِ النَّاسِ جَميعاً، وَعَلى مُخْتلَفِ مُسْتَوياتِهم الثَّقافيَّةِ والعُمُريَّةِ، بِسماعِ قِصَّتِه مِراراً وَتِكْراراً دونَ مَلَلٍ أوْ كَلَلٍ.

ولَعلَّ الخَوْضَ في غِمارِ أحْداثِ هَذِهِ القِصّةِ أمْرٌ مُثيرٌ ومُمْتعٌ حَقّاً، فاسْتِكْشافُ الكَوْنِ يَرفدُنا بِحكايَةِ وُجودِنا فيهِ، كَيْفَ كانَ وما هُوَ حاضِرهُ وَكَيفَ سَيَكونُ مُستَقبَلهُ؟

وَقَد سَاهَمَت كُلُّ حَضَارَة مَرَّت عَلَى وَجْهِ الأَرْضِ بِنَصِيبٍ وَافِرٍ بِنَسجِ تَفَاصِيل وَ أَحْدَاث هَذه القِصَّة وَفْقَ مُعْتَقَدَاتهَا أوَّلاً، ثُمَّ وَفْقَ أُسُسٍ عِلمِيَّة ثَانياً. فَارْتَسَمَت لنَا حَاليَاً، وَ بَعْدَ آلافِ السِّنين، الصَّورَةُ الأقْرَبُ إلى الصَّحَةِ مِن حَقِيْقَة هَذَا الكَون المُدْهِش.

في مَوْسوعتِنا الفَلكيَّةِ هَذهِ، نُحاول التَّعَرُّفَ عَلى أَحْدثِ ما تَوصَّلَ إليْهِ عُلماءُ الفَضاءِ والفَلكِ مِنْ مَعْلوماتٍ عَن هَذا الكَونِ وَما يَحْتويهِ مِنْ مَجَرّات وَ سُدُمٍ ونُجومٍ وكَواكِب..

بالإضافَةِ إلى تَكوينِ فِكْرَةٍ عمَّا تُخَطِّط لَهُ وَكالاتُ الفَضاءِ مُسْتَقبَلاً مِنْ إرسال بَعَثاتٍ فَضائيَّةٍ، وإنْشاءِ مَحطَّات عَلى الكَواكِبِ والأقْمارِ في المَجْموعَةِ الشَّمسيَّةِ، ثُمَّ إرْسال بَشر لِلعَيْشِ فيها.

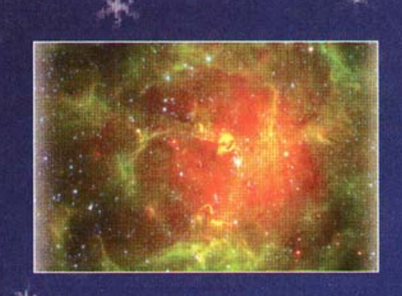
مَعَ أنَّنا سَنجِدُ الكَونَ كَبيراً جِدّاً بِحَجْمِهِ ومُكوِّناته، إلاّ أنّ الإنْسانَ يَبْقى فيهِ الجُرمُ الأكْبَر كَما يَقول ابنُ عَربي:

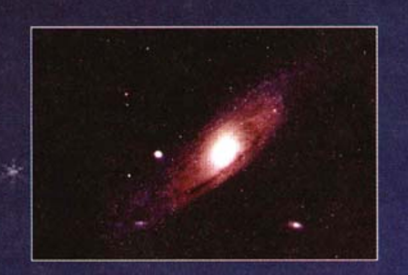
أتَحْسبُ نَفسكَ جُرمٌ صَغيرٌ

وَفيكَ انْطوى العالَمُ الأكبرُ

ويَبْقى الإنْسَانُ ـ حَتَّى الآنَ ـ الرّاصِدَ الوَاعِيَ الوَحيدَ لِحَركاتِ وَسَكنَاتِ كُلِّ جُزْءٍ مِنْ أجْزاءِ هَذا الكَون. لِيَصلَ في النّهايَةِ إلى الحَقيقَةِ الكَونيَّةِ الكُبْرى [إنَّ لِهَذا الوُجُودِ خَالِقاً عَظيماً].

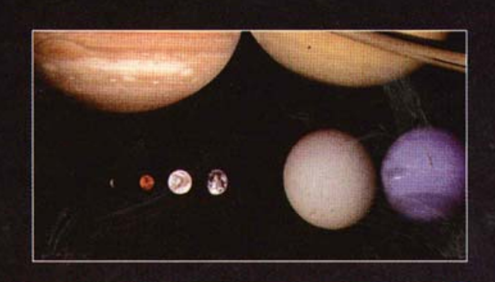
الفهرس

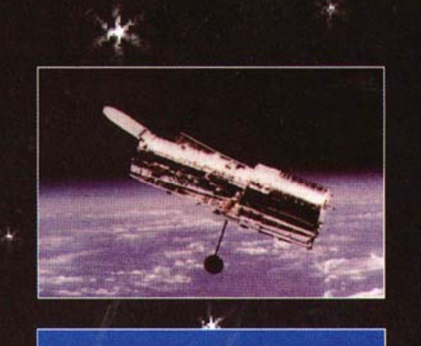












كوكبات النجوم 65

المَجْمُوعَةُ الشَّمْسِيَّة 5

اسْتِكْشَافُ الْفَضَاءِ 5



الكون والمجرات



" انْظُر في تِلكَ المسافاتِ الشّاسِعَةِ،
وحاوِل التَّحْديقَ مَلياً في مَشْهَدِ النُّجومِ العَظيمِ،
مَاسِحاً إيَّاها بِبُطءٍ يُمنَةً ويُسْرةً. . !
أفَلا يُؤسرُ البَصرُ والخَيالُ بِتِلكَ الجُدْرانِ الذَّهبيَّةِ
المُتَّصِلةِ في كُلِّ نُقْطةٍ مِنْ هَذا الكَوْنِ؟ "

من مقالة قوة الكلمات، (آلن بو)

الْكَوْن

الكَوْن
Universe



مُنذُ أقْدَمِ العُصُورِ، لَفَتَتِ السَّمَاءُ نَظَرَ الإنْسَانِ إلَيْهَا، وَشَغلَتْ حَيِّزاً مِن اهْتِمَامِهِ وتَفْكِيرِهِ بهَا. فَالشَّمْسُ كَانَتْ تُوَقِّتُ لَهُ نَهارَهُ، وَتُحَدِّدُ لَهُ اتِّجاهَهُ، وَتُؤَثِّرُ فِي صِحَّتِهِ وَشُؤُونِ حَيَاتِهِ، مِنْ زِرَاعَةٍ وَرَعْيٍ وَصِنَاعَةٍ غِذَائِيَّةٍ يَدَوِيَّةٍ؛ كَمَا كَانَتِ العَامِلَ الأَسَاسِيَّ فِي تَجْفِيفِ وَقُودِهِ وَالطِّينِ الَّذِي كَانَ يَبْنِي بِهِ مَسْكَنَهُ؛ كَمَا لاحَظَ أنَّ القَمَرَ يُضِيءُ لَهُ لَيْلَهُ، وَيُداعِبُ خَيالَهُ، وَيُوَقِّتُ لَهُ شُهُورَهُ، وَأَنَّ نُجُومَ السَّمَاءِ كَانَتْ تُسَاعِدُهُ عَلَى الاهْتِداءِ فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ، وَمَعْرِفَةِ اتِّجَاهِهِ وَمَوقِعِهِ. وَطَبيعِيٌّ أَنْ تَكُونَ الشُّعُوبُ الَّتِي تَعِيشُ فِي مَنَاطِقَ يَدُومُ صَفَاءُ السَّمَاءِ فِيهَا مُعْظَمَ أَشْهُرِ السَّنَةِ أَسْبَقَ مِنْ غَيْرِهَا فِي التَّعَرُّفِ إِلَى أَجْرَامِ السَّمَاءِ وَحَرَكَاتِهَا والنُّظُمِ الَّتِي تَتْبَعُهَا وَالقَوَانِينِ الَّتِي تَحْكُمُهَا، وَأَنْ تُقَسِّمَ السَّنَةَ إِلَى شُهُورٍ، وَالشَّهْرَ إِلَى أَسَابِيعَ، وَالأُسْبوعَ إِلَى أَيَّامٍ، وَالْيَوْمَ إِلَى سَاعاتٍ، وَأَنْ تَتَوَصَّلَ إِلَى مَعْرِفَةِ حَادِثَتَيْ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ، وَأَنْ تُراقِبَ الْمُذَنَّباتِ بِتَحَفُّظٍ، وَتَنْظُرَ إِلَى وابِلِ الشُّهُبِ بِخَوْفٍ وَحَذَرٍ، وَأَنْ تُدَوِّنَ ذَلِكَ فِي سِجِلاَّتٍ وَمُذَكَّراتٍ وَصَلَتْ إِلَيْنَا فِي جُمْلَةِ ما عَثَرَ عَلَيْهِ عُلَمَاءُ الآثارِ مِنْ مُخَلَّفَاتِ تِلْكَ الشُّعُوبِ الَّتِي كَانَ فِي طَلِيعَتِهَا شُعوبُ مِصْرَ وَمَا بَيْنَ النَّهْرَيْنِ وَبِلادِ الشَّامِ وَالْهِنْدِ وَالصِّينِ.

وَلَقَدْ وَصَلَ اهْتِمامُ بَعْضِ تِلْكَ الشُعوبِ بالأَجْرَامِ السَّمَاوِيَّةِ إِلَى دَرَجَةِ تَقْدِيسِهَا وَعِبَادَتِهَا. بَيْنَمَا مَزَجَتْ جَمِيعُ تِلْكَ الشُّعُوبِ عِلْمَ الفَلَكِ بِالتَّنْجِيمِ، حِينَ سَادَ الاعْتِقَادُ لَدَيْهَا بِأَنَّ لِتِلْكَ الأَجْرَامِ قُوَّةً خَفِيَّةً تُؤَثِّرُ فِي حَيَاةِ الإنْسَانِ مِنْ جَمِيعِ النَّوَاحِي.

الكَون عَبرَ الحَضَارَات

السُّومَريّونَ وَ الكَونِ

تُعْتبرُ أساطيرُ السُّومريينَ التي يرجعُ تاريخُ نُشوئِها إلى (الألفِ الرابعِ ق. م) مصْدَرَ أساطيرَ لِنُشوءِ الكَوْنِ الّتي عَرَفَها وادي الرّافِدينِ، وقدْ كانَ لها أثرُها على أساطيرِ الكثيرِ مِنَ الشّعوبِ.

لقدْ أدّى تَأليهُ قُوى الطَّبيعَةِ دوراً مُهِمّاً في رُؤى السّومريِّينَ، التي لَها أهميَّةٌ عَظيمَةٌ بالنِّسْبَةِ للعَمَلِ الزِّراعيِّ: السّماء، والرِّيح، والماء.

حيْثُ تَرى الأسطورَةُ السُّومريَّةُ أنَّهُ في البَدْءِ كانتِ المياهُ بناتَ المُحيطِ الكَونيِّ (نامّو) تملآنَ كلَّ شيْءٍ، فأخرجَتْ (نامّو) مِنْ ذاتِها (آن وكي) الأرضَ، ولداً وبنتاً، وأسْكنَتْهُما على التّوالي في أعْلى قِمَّةِ جَبَلٍ وعِنْدَ سفحِهِ. ولمّا كَبُر الولدُ والبِنْتُ وصارا شابّيْنِ، جمعَتْهُما (نامو) زَوْجاً وزوْجَةً، فأنْجبَ (لي) (إينليل) الذي مَلأَ زَفيرُهُ القويُّ كلَّ شيءٍ. ثُمَّ أنْجبا سَبْعَةَ أبْناءٍ وسبعَ بناتٍ، وبعدَ ذلكَ وُلِدتِ الآلِهةُ (الأنوناكي). وإذْ أخَذَ هؤلاءِ ينجبونَ ويتكاثرون ضاقَ الجبلُ بِهِمْ، فقرَّرَ أبو الآلِهَةِ (آن) أنْ يزيدَ مِنْ سِعةِ المكانِ الذي يُقيمُ أحْفادُهُ فيهِ. فدعا (إينليل) وخلَقا الجبَلَ معاً، ثُمَّ رفعَ (آن) العمَّةَ إلى فوْق، وأنْزلَ (إينليل) السفْحَ المُسَطَّح إلى تحت. وبذلِكَ تكونُ السَّماءُ قد ظهَرَتْ في صورةِ قُبَّةٍ، وملّكَ عليها (آن) وظهَرتِ الأرْضُ على شَكْلِ قُرْصٍ مُسطَّحٍ عليهِ مُنْحنياتٌ، ومُرتفعاتٌ.



ظهَرَتْ الأرْضُ عِندَ السُّومَريين على رَسْمُ ختْم مِنَ الألفِ الثالثِ ق.م يُمثِّلُ السّجودَ لإلهِ السّماءِ (آن).

البَابِلِيُّونَ وَالْكَوْنِ

كَانَ كَهَنَةُ البَابِلِيِّينَ هُمُ الَّذِينَ يَقُومُونَ بِرَصْدِ الأَجْرَام الْفَلَكِيَّةِ مِنْ أَعَلَى بُرْجِ بَابِلَ. وَقَدْ تَرَكُوا لَنَا تَسْجِيلاتٍ تَدُلُّ عَلَى أَنَّهُمْ قَدْ عَرَفُوا حَرَكَاتِ الشَّمْسِ وَالقَمَرِ وَالكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ، وَرَسَمُوا مَدَارَ الْحَرَكَةِ الظَّاهِرِيَّةِ لِلشَّمْسِ، وَهُوَ مَا نُسَمِّيهِ بِـ (الدَّائِرَةِ الكُسُوفِيَّةِ) **Ecliptic circle**.

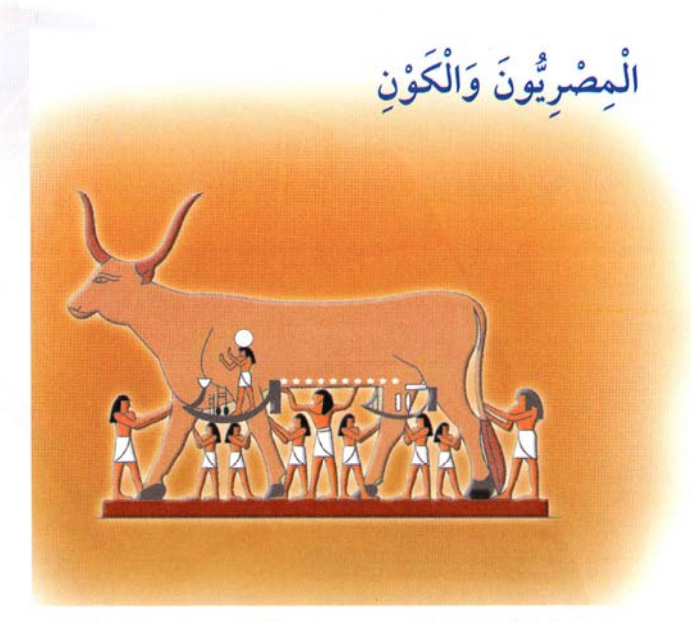
وَأَحْصَوْا بِدِقَّةٍ الْفَتْرَةَ الزَّمَنِيَّةَ لِلشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ الَّذِي قَدَّرُوهُ أَكْثَرَ بِقَلِيلٍ مِنْ (29 ½) يَوْماً ، كَمَا قَسَّمُوا الشَّهْرَ إِلَى (4) أَسَابِيعَ.

وَتَمَكَّنُوا مِنَ التَنَبُّؤِ بِصُورَةٍ تَقْرِيبِيَّةٍ عَنْ مَوْعِدِ خُسُوفِ الْقَمَرِ، وَلَكِنَّهُمْ لَمْ يُقَدِّمُوا تَعْلِيلاً لِحُدُوثِ تِلْكَ الظَّاهِرَةِ.

كَمَا قَسَّمُوا الدَّائِرَةَ السَّمَاوِيَّةَ إِلَى (360) دَرَجَةً، وَقَسَّمُوا السَّمَاءَ إِلَى (12) بُرْجاً، مَثَّلُوا كُلَّ وَاحِدٍ مِنْهَا بِرَمْزٍ يُعْرَفُ بِهِ، وَاسْتَخْدَمُوا السَّاعَةَ الْمَائِيَّةَ لِحِسَابِ سَاعَاتِ اللَّيْلِ، وَالمِزْوَلَةَ الشَّمْسِيَّةَ لِحِسَابِ سَاعَاتِ النَّهَارِ.

لقدْ تصوَّر البابليُّونَ أنَّ الكوْنَ يتألَّفُ مِنْ مركزٍ ثابتٍ هُوَ الأرْضُ، والتي تَبْدو على هَيئَةِ جبلٍ، يحمِلُهُ البَحرُ ويُحيطُ بِهِ، أمّا الجبلانِ الموجودانِ في الشَّرْقِ والغرْبِ فهُما ليسْندا السَّماءَ ويمْنعاها من السُّقوطِ. وتَقَعُ ممْلكَةُ المَوْتى المُظلِمةُ التُّرابيَّةُ داخِلَ الأرْضِ، وتنحَني القُبَّةُ الزَّرْقاءُ الصُّلبَةُ فَوْق الأرْضِ، وخِلالَها تَتحرَّكُ الشَّمْسُ، والقَمرُ، والنُّجومُ.

الْمِصْرِيُّونَ وَالْكَوْنِ



كَانَتْ نَظْرَةُ قُدَمَاءِ الْمِصْرِيِّينَ إِلَى الْكَوْنِ مَمْزُوجَةً بِالْخَيَالِ وَالْخُرَافَةِ، حَيْثُ مَثَّلُوا السَّمَاءَ مَرَّةً بِبَطْنِ بَقَرَةٍ تَمْلَؤُهَا النُّجُومُ، وَمَثَّلُوهَا مَرَّةً أُخْرَى بِامْرَأَةٍ مُنْحَنِيَةٍ نَحْوَ الأَرْضِ وَمُسْتَنِدَةٍ عَلَيْهَا بِيَدَيْهَا وَرِجْلَيْهَا، يَقِفُ تَحْتَهَا عَلَى الأَرْضِ رَجُلٌ يُمَثِّلُ الْفَضَاءَ، وَهُوَ يَسْنُدُ السَّمَاءَ بِيَدَيْهِ الْمَرْفُوعَتَيْنِ نَحْوَ الأَعْلَى، كَمَا مَثَّلُوا الأَرْضَ بِرَجُلٍ مُسْتَلْقٍ تَحْتَهَا وَقَدْ نَبَتَ الزَّرْعُ عَلَى جَسَدِهِ.



إلهُ الهواءُ (شو) يُباعِدُ بيْنَ (نوت) القُبَّةُ السَّماوِيَّةُ و إلهُ الأرْضِ.

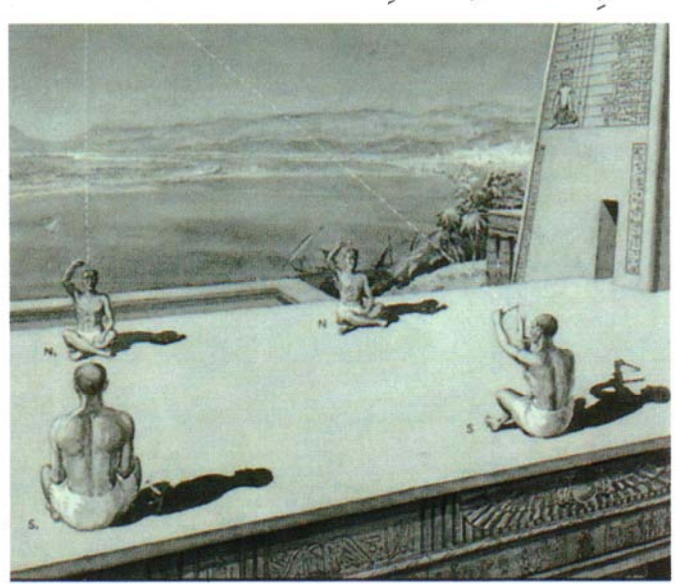
وَقَدْ دَفَعَهُمْ اهْتِمَامُهُمْ بِالشَّمْسِ وَتَقْدِيسُهُمْ لَهَا إِلَى عِبَادَتِهَا وَإِقَامَةِ الْمَعَابِدِ الضَّخْمَةِ لَهَا، وَاعْتَقَدُوا بِأَنَّهَا تَنْتَقِلُ مِنَ الشَّرْقِ إِلَى الْغَرْبِ بِقَارِبٍ عَبْرَ بَحْرٍ عَظِيمٍ مِنَ الْمَاءِ الْبَارِدِ، وَهُوَ السَّمَاءُ.

كَمَا رَمَزُوا لِلْقَمَرِ بِطَائِرٍ مَرَّةً، وَرَمَزُوا لَهُ، مَرَّةً أُخْرَى، بِرَجُلٍ تَتَدَلَّى عَلَى جَانِبِ رَأْسِهِ ضَفِيرَةٌ، وَهُوَ يَلْتَفُّ بِعَبَاءَةٍ

ضَيِّقَةٍ وَيَعْلُو رَأْسَهُ هِلاَلٌ فِيهِ قُرْصُ الْقَمَرِ. وَاعْتَقَدُوا بِأَنَّ النُّجُومَ تَتَحَرَّكُ مِنَ الشَّـرْقِ لِتَغِيبَ فِي الغَرْبِ، ثُمَّ تَعُودُ لِتُوْلَدَ مِنْ جَدِيْدٍ فِي الشَّرْقِ.

وَرَغْمَ تِلْكَ التَّصَوُّرَاتِ، فَإِنَّ مَا قَامَ بِهِ كَهَنَتُهُمْ مِنْ رَصْدٍ لأَجْرَامِ السَّمَاءِ أَدَّى بِهِمْ إِلَى مَعْرِفَةِ كَثِيرٍ مِنَ الأُمُورِ الْفَلَكِيَّةِ الصَّحِيحَةِ، وَكَانَ لاَ بُدَّ لِعَمَلِيَّةِ الرَّصْـدِ مِنْ أَنْ تَتِمَّ بِوَسَاطَةِ كَاهِنَيْنِ، يَجْلِسُ كُلٌّ مِنْهُمَا تِجَاهَ الآخَرِ، وَيَتَّخِذُ وَضْعاً لا يُغَيِّرُهُ طِيلَةَ فَتْرَةِ الرَّصْدِ، لأَنَّ كُلاً مِنْهُمَا كَانَ يَرْبِطُ تَحَرُّكَاتِ النُّجُومِ وَمَوَاقِعَهَا بِرَأْسِ الكَاهِنِ الآخَرِ وَكَتِفَيْهِ.

وَمِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْفَلَكِيَّةِ الَّتِي تَوَصَّلُوا إِلَيْهَا: أَنَّهُمْ عَرَفُوا مِنَ الْكَوَاكِبِ: عُطَارِدَ وَالزُّهْرَةَ وَالْمِرِّيخَ وَالْمُشْتَرِيَ وَزُحَلَ، إِنَّمَا أَنْزَلُوهَا بُرْوجاً سَمَاوِيَّةً غَيْرَ الْبُرُوجِ **zodiac** الَّتِيْ حَدَّدَهَا الْبَابِلِيُّونَ، إِذْ قَسَّمَ الْمِصْرِيُّونَ الْقُدَمَاءُ مِنْطَقَةَ السَّمَاءِ الْمُجَاوِرَةِ لِسَمْتِ الشَّمْسِ إِلَى **(36)** قِسْماً، وَاعْتَبَرُوا أَنَّ هُنَاكَ عَدَداً مِنَ النُّجُومِ مُكَلَّفاً بِحِرَاسَةِ كُلِّ قِسْمٍ مِنْ تِلْكَ الأَقْسَامِ وَرِعَايَتِهِ، وَاعْتَبَرُوا أَنَّ كُلَّ قِسْمٍ يَخْتَصُّ بِعَشَرَةِ أَيَّامٍ مِنْ أَيَّامِ السَّنَةِ، لِذَا فَقَدْ كَانُوا يُلاحِظُونَ فِي كُلِّ عَشَرَةِ أَيَّامٍ ظُهُورَ كَوْكَبَةٍ جَدِيدَةٍ مِنَ النُّجُومِ قُبَيْلَ شُرُوقِ الشَّمْسِ.



الطَّرِيقَة الَّتِي كَانَ يَرصُد بِهَا المِصْرِيون القُدَمَاء السَّمَاء لِمَعْرِفَة السَّاعَة فِي اللَّيل، وَذَلِكَ بِمسَاعَدَةِ نُجوم السَّاعَة الـــ 36.



دائِرَةُ البُروجِ التي وُجِدَتْ في دَنْدره، وَقَدْ وضعَتْ في سَقْفِ ضريحٍ قائِمٍ بَعيداً عنْ إيوان أو زيريس في المعْبَدِ.

وَقَدْ قَامُوا بِوَضْعِ جَدَاوِلَ تُبَيِّنُ مَوَاعِيدَ ظُهُورِ تِلْكَ الْكَوْكَبَاتِ بِدِقَّةٍ، وَكَانُوا - بِوَسَاطَةِ ذَلِكَ - يَسْتَطِيْعُونَ التَّعَرُّفَ عَلَى مَا مَضَى مِنَ اللَّيْلِ، وَمَا بَقِيَ مِنْهُ.

وَقَدْ اهْتَمُّوا اهْتِمَاماً كَبِيراً بِالنَّجْمِ الَّذِي دَعَوْهُ (سوتيس)، وَالْمَعْرُوفُ اليَوْمَ بِاسْمِ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّةِ) **Sirius**، لأَنَّ ظُهُورَهُ مِنَ الشَّـرْقِ، فِي آخِرِ شَهْرِ تَمُّوزَ قُبَيْلَ شُرُوقِ الشَّمْسِ بِقَلِيْلٍ، يَعْنِي بَدْءَ فَيَضَانِ النِّيلِ فِي مِصْرَ، وَبَدْءَ سَنَةٍ جَدِيْدَةٍ مِنْ حَيَاتِهِمْ.

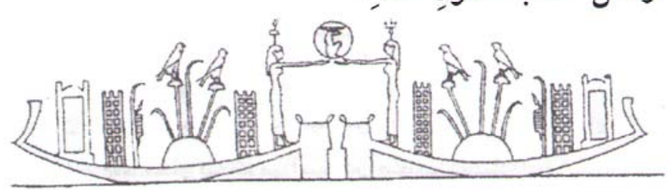
كَمَا اهْتَمُّوا بِظُهُورِ الْكَوْكَبَةِ الْمُسَمَّاةِ (الْجَبَّار) **Orion** مِنْ جِهَةِ الشَّـرْقِ، إِذْ كَانَ ظُهُورُهَا يَعْنِي بِدَايَةَ مَوْسِمِ قَطْفِ الْعِنَبِ.

وَقَدِ اعْتَبَرُوا السَّنَةَ **(360)** يَوْماً، وَكَانُوا يُضِيْفُونَ **(5)** أَيَّامٍ إِلَى آخِرِ شَهْرٍ فِي السَّنَةِ، وَأَهْمَلُوا إِضَافَةَ (¼) يَوْمٍ إِلَى السَّنَةِ.

وَقَسَّمُوا السَّنَةَ إِلَى **(12)** شَهْرَاً، وَالشَّهْرَ إِلَى **(30)** يَوْمَاً، وَالْيَوْمَ إِلَى **(12)** سَاعَةً نَهَارِيَّةً وَ**(12)** سَاعَةً لَيْلِيَّةً.

وَكَانَ زَمَنُ السَّاعَةِ نَهَاراً يَخْتَلِفُ عَنْ زَمَنِ السَّاعَةِ لَيْلاً، كَمَا كَانَ يَخْتَلِفُ زَمَنُ السَّاعَاتِ لَدَيْهِمْ بَيْنَ فَصْلٍ وَآخَرَ، إِذ

اعْتَبَرُوا سَاعَةَ النَّهَارِ جُزْءاً مِنْ (12) جُزْءاً غَيْرِ مُتَسَاوِيَةٍ مِنْ حَيْثُ الزَّمَنُ مَعَ بَعْضِهَا، وَكَذَلِكَ فَعَلُوا بِالنِّسْبَةِ لِسَاعَاتِ اللَّيْلِ، وَعَلَى هَذا تَكُونُ السَّاعَةُ (60) دَقِيْقَةً، وَقَدْ تَكُونُ أَكْثَرَ أَوْ أَقَلَّ حَسْبَ فُصُولِ السَّنَةِ.



انْتِقالُ (رع) من قارِبِهِ النَّهاريِّ إلى قارِبِهِ اللَّيْليِّ.

وَلِمَعْرِفَةِ التَّوْقِيتِ نَهَاراً، اعْتَمَدُوا عَلَى مِزْوَلَةٍ شَمْسِيَّةٍ **Sundial**، عُثِرَ عَلَى وَاحِدَةٍ مِنْهَا فِي غَزَّةَ فِي فِلَسْطِينَ يَعُودُ تَارِيخُهَا إِلَى (1223) ق.م؛ كَمَا عُثِرَ عَلَى مِزْوَلَةٍ أُخْرَى خَشَبِيَّةٍ طُولُهَا (28)سم، لاَ تَزَالُ مَحْفُوظَةً حَتَّى الْيَوْمَ فِي مُتْحَفِ بِرْلِينَ.

أَمَّا التَّوْقِيتُ اللَّيْلِيُّ، فَكَانَ يَتِمُّ بِوَسَاطَةِ سَاعَاتٍ مَائِيَّةٍ لَهَا ثُقُوبٌ مُخْتَلِفَةُ الْفَتْحَاتِ، إِذْ يُفْتَحُ كُلٌّ مِنْهَا فِي مَوْعِدٍ مُعَيَّنٍ مِنْ أَوْقَاتِ السَّنَةِ، كَيْ تَتَنَاسَبَ حَرَكَةُ جَرَيَانِ الْمَاءِ مِنْ فَتْحَةِ السَّاعَةِ مَعَ طُولِ زَمَنِ السَّاعَةِ أَوْ قِصَرِهِ، حَسْبَ أَشْهُرِ السَّنَةِ.

كَمَا كَانُوا يَعْتَمِدُونَ فِي التَّوْقِيتِ اللَّيْلِيِّ عَلَى مُقَارَنَةِ نُجُومِ السَّمَاءِ مَعَ الْجَدَاوِلِ الْفَلَكِيَّةِ الَّتِي أَشَرْنَا إِلَيْهَا، وَالَّتِي تُبَيِّنُ مَوَاعِيدَ شُرُوقِ النُّجُومِ وَغُرُوبِهَا، وَمَوَاقِعَهَا مِنَ السَّمَاءِ فِي كُلِّ سَاعَةٍ مِنْ سَاعَاتِهِمُ اللَّيْلِيَّةِ.

الْهُنُودُ وَالْكَوْنُ

كَانَتِ السَّمَاءُ وَمَا فِيهَا مِنْ أَجْرَامٍ، بِالنِّسْبَةِ لِلْهُنُودِ، الْقُوَى الَّتِي تَتَحَكَّمُ فِي الإِنْسَانِ، وَتَرْسُمُ وَاقِعَهُ وَمُسْتَقْبَلَهُ وَنِهَايَتَهُ. وَعَنْ طَرِيقِ التَّعَرُّفِ إِلَى تِلْكَ الْقُوَّةِ، وَالاسْتِعَانَةِ بِهَا، يُمْكِنُ أَنْ يَعْرِفَ مَا يُرِيدُ. وَهَكَذَا ارْتَبَطَ التَّنْجِيمُ لَدَى الْهُنُودِ بِكُلِّ مَا يَتَعَلَّقُ بِالْكَوْنِ.

إِلاَّ أَنَّهُ فِي فَتْرَةٍ مُتَأَخِّرَةٍ مِنَ تَارِيخِ الْهِنْدِ، بَرَزَ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ الَّذِينَ قَامُوا بِدِرَاسَاتٍ فَلَكِيَّةٍ وَرِيَاضِيَّةٍ تَضَمَّنَتْ حَرَكَاتِ النُّجُومِ وَالشَّمْسِ وَالْكَوَاكِبِ، وَأَمْكَنَ بِوَسَاطَتِهَا مَعْرِفَةَ تَارِيخِ حُدُوثِ الْكُسُوفِ؛ وَعَلَى رَأْسِ هَؤُلاَءِ الْعُلَمَاءِ (باراهْماغوبْتا) الَّذِي وَضَعَ كِتَاباً سَمَّاهُ (باراهْما سْفوطَّا سِدَّانْتا) - أَيْ (كِتَابَ باراهْما فِي الْمَعْرِفَةِ وَالْعِلْمِ) - يَتَضَمَّنُ جَدَاوِلَ فَلَكِيَّةً دُعِيَتْ بِاسْمِ (زِيج)، وَجَمْعُهَا (الأَزْيَاجُ)، وَقَدِ اسْتَقْدَمَتِ الْخِلاَفَةُ الْعَبَّاسِيَّةُ، بَعْدَ عَهْدِ الْمَنْصُورِ بِقَلِيلٍ، ذَلِكَ الْعَالِمَ. وَقَامَ (الْفَزارِيُّ) وَ(يَعْقُوبُ بْنُ طَارِقٍ) بِتَرْجَمَةِ كِتَابِهِ، وَدَعَوَاهُ (السِّنْدَ هِنْدَ) إِشَارَةً إِلَى شَطْرَيْ الْهِنْدِ.



تَلْعبُ السُّلَحْفاةُ في الأسطورةِ الهنديَّةِ دَوْراً هاماً، فهيَ رَمْزٌ للإلهِ (فشنو). وصُورةُ الكَونِ عندَهُمْ تبدأُ مِنْ ثُعْبانِ الكُوبرى (رمز الماء) الذي تَرْتكِزُ عليهِ السُّلَحْفاةُ، وترتكِزُ على السُّلحفاةِ الفيلةُ التي تتوضَّعُ فوْقَها الأرْضُ، وعِندما تَنتَقِلُ الفيلَةُ أو تُبدِّلُ أماكِنها، فإنَّ زلزالاً سَيَحْدُثُ.

الصِّينِيُّونَ وَالْكَوْنُ

عَلَى الرَّغْمِ مِنِ امْتِزَاجِ عِلْمِ الْفَلَكِ لَدَى الصِّينِيِّينَ بِالتَّنْجِيمِ، فَإِنَّ عَدَداً مِنْ كَهَنَتِهِمُ الَّذِينَ كَانُوا يَقُومُونَ بِرَصْدِ السَّمَاءِ، مِنَ الْمَرَاصِدِ الَّتِي أَقَامُوهَا فِي مَعَابِدِهِمْ، قَدَّمُوا لِعِلْمِ الْفَلَكِ الْكَثِيرَ مِنَ الْمُلاَحَظَاتِ الْفَلَكِيَّةِ الْقَيِّمَةِ: مِنْهَا اكْتِشَافُ أَقْمَارٍ لِلْمُشْتَرِيَ؛ وَاحْتِوَاءُ سَطْحِ الشَّمْسِ عَلَى بُقَعٍ؛ وَأَنَّ الْكَوْنَ – كَمَا رَأَوْهُ – غَيْرُ مُتَنَاهٍ؛ وَسَجَّلُوا ثَلاَثَةَ انْفِجَارَاتٍ نَجْمِيَّةٍ: الأَوَّلُ مِنْهَا حَدَثَ عَامَ **1006**م، وَالثَّانِي عَامَ **1054**م، وَالثَّالِثُ عَامَ **1572**م؛ كَمَا سَجَّلُوا مُلاَحَظَاتِهِمْ حَوْلَ مُذَنَّبِ

هَالِي (29) مَرَّةً، عِلْماً بِأَنَّهُ لاَ يُرَى إِلاَّ كُلَّ (76) سَنَةٍ مَرَّةً وَاحِدَةً؛ كَمَا تَوَصَّلُوا إِلَى تَحْدِيدِ السَّنَةِ بِـ (365.24219) يَوْماً؛ كَمَا صَنَعُوا (مِرْجَافاً)، وَهُوَ مُسَجِّلُ الزَّلاَزِلِ؛ وَصَنَعُوا (الْبُوصِلَةَ) Compass.



في عام 1045م، سجلَ الصِّينيونَ أوّلَ مُشاهَدةٍ لِنجمٍ مُستَعِرٍ فائقٍ في كَوْكبةِ السَّرطانِ (والذي سُمِّيَ فيما بَعْدُ باسمِ سَديمِ السَّرطانِ).

الإِغْرِيقُ الْيُونَانِيُّونَ وَالْكَوْنُ

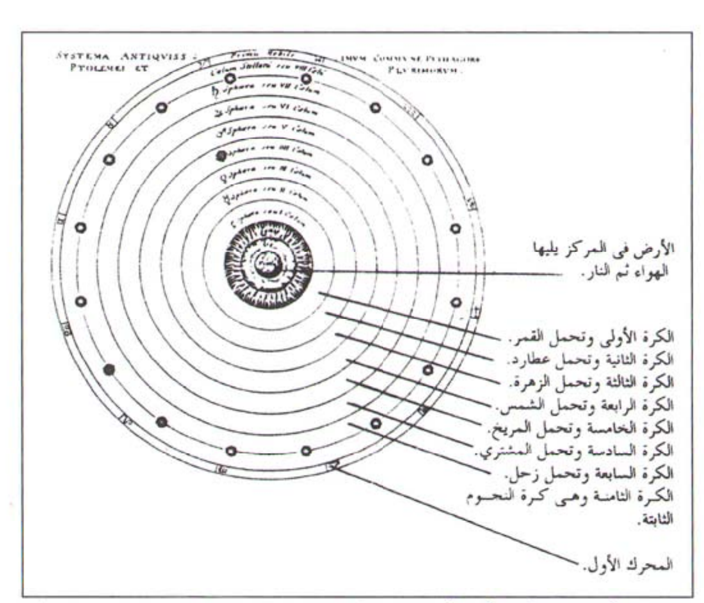


كَانَتْ نَظْرَةُ الْيُونَانِيِّينَ إِلَى الْكَوْنِ فِي الْبِدَايَةِ تَتَخَلَّلُهَا الْخُرَافَاتُ وَالتَّصَوُّرَاتُ الْمُخْتَلِفَةُ الَّتِي جَاءَ بِهَا بَعْضُ فَلاسِفَتِهِمْ. وَمِنْ ذَلِكَ قَوْلُهُمْ: إِنَّ الْمَاءَ هُوَ أَصْلُ الْكَوْنِ كُلِّهِ؛ وَإِنَّ الأَرْضَ هِيَ مَرْكَزُ ذَلِكَ الْكَوْنِ، وَإِنَّهَا تَتَأَلَّفُ مِنْ قُرْصٍ طَافٍ عَلَى سَطْحِ الْمَاءِ؛ وَإِنَّ النُّجُومَ تَدُورُ حَوْلَهَا؛ وَإِنَّ السَّمَاءَ ذَاتُ طَبِيعَةٍ نَارِيَّةٍ؛ وَإِنَّ الشَّمْسَ هِيَ أَبْعَدُ أَجْرَامِ السَّمَاءِ عَنِ الأَرْضِ؛ وَإِنَّ النُّجُومَ تُوَقَدُ مَسَاءَ كُلِّ يَوْمٍ، كَمَا تُوَقَدُ الشُّمُوعُ، وَإِنَّهَا تُطْفَأُ صَبَاحاً؛ بَيْنَمَا تُوَقَدُ الشَّمْسُ صَبَاحاً وَتُطْفَأُ مَسَاءً؛ وَإِنَّ الْقَمَرَ مُشَكَّلٌ مِنْ سَحَابَةٍ مَضْغُوطَةٍ تَشِعُّ نُوراً، ثُمَّ يَنْطَفِئُ نُورُهَا فِي نِهَايَةِ كُلِّ شَهْرٍ، لِيُوقَدَ مِنْ جَدِيدٍ مَعَ مَطْلَعِ الشَّهْرِ التَّالِي؛ وَإِنَّ الأَجْرَامَ السَّمَاوِيَّةَ تَغْتَرِفُ كُلَّ مَسَاءٍ الْمَاءَ مِنَ الْجُزْءِ الشَّرْقِيِّ مِنَ الْمُحِيطِ الَّذِي يُحِيطُ بِالأَرْضِ كُلِّهَا، وَتَتَّجِهُ بِهِ نَحْوَنَا بَعْدَ أَنْ يَتَحَوَّلَ ذَلِكَ الْمَاءُ إِلَى بُخَارٍ مُشْتَعِلٍ يَمُدُّهَا بِالنُّورِ الَّذِي نَرَاهُ، وَإِنَّهَا عِنْدَمَا تُدِيرُ لَنَا ظَهْرَهَا لِتَسْكُبَ مَاءَهَا فِي الْجُزْءِ الْغَرْبِيِّ مِنْ ذَلِكَ الْمُحِيطِ، يَنْطَفِئُ نُورُهَا؛ وَإِنَّ الْكُرَةَ السَّمَاوِيَّةَ مَقْسُومَةٌ إِلَى نِصْفَيْنِ: أَحَدُهُمَا مُؤَلَّفٌ مِنْ نَارٍ، وَالثَّانِي مِنْ هَوَاءٍ مَمْزُوجٍ بِقَلِيلٍ مِنَ النَّارِ، فَعِنْدَمَا يُوَاجِهُنَا النِّصْفُ النَّارِيُّ، يُصْبِحُ الْوَقْتُ نَهَاراً، وَعِنْدَمَا يُوَاجِهُنَا النِّصْفُ الْهَوَائِيُّ، يُصْبِحُ الْوَقْتُ لَيْلاً؛ وَإِنَّ الأَرْضَ تُمَثِّلُ مَرْكَزَ الْكَوْنِ، وَهِيَ ثَابِتَةٌ فِيهِ بِسَبَبِ ضَغْطِ الْهَوَاءِ عَلَيْهَا مِنْ كُلِّ الْجِهَاتِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهِ مَعَ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ.

وَظَلَّتْ مِثْلُ هَذِهِ الاعْتِقَادَاتُ سَائِدَةً لَدَى الْيُونَانِيِّينَ حَتَّى تَوَصَّلَ بَعْضُ فَلاسِفَتِهِمُ الْمُتَأَخِّرِينَ إِلَى عَدَدٍ مِنَ الْحَقَائِقِ الْفَلَكِيَّةِ الْمَبْنِيَّةِ عَلَى أُسُسٍ رِيَاضِيَّةٍ وَعِلْمِيَّةٍ. وَكَانَتْ بَعْضُ النَّتَائِجِ الَّتِي تَوَصَّلُوا إِلَيْهَا قَرِيبَةً لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ إِلَى مَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ الدِّرَاسَاتُ الْحَدِيثَةُ، الْمُعْتَمِدَةُ عَلَى أَجْهِزَةٍ عِلْمِيَّةٍ دَقِيقَةٍ، وَبِخَاصَّةٍ تِلْكَ النَّتَائِجُ الَّتِي تَوَصَّلَ إِلَيْهَا كُلٌّ مِنَ الْفَلاسِفَةِ الْيُونَانِيِّينَ: (فيثاغورث) وَ(إيدوكس) وَ(أرسطوطاليس) وَ(إيراتوستين) وَ(بطليموس).



أَطْلَس وَهو يَحملُ الأَرضَ.



لَقَدْ احتلَّتِ الأرْضُ الكُرويَّةُ موْقِعَ المَرْكزِ في النِّظام الأرسطيّ الأفْلاطونيِّ، حيثُ تحيطُ بِها الكُراتُ السَّماويَّةُ. وشكَّلَتْ كرَةُ النُّجومِ الثَّابتةُ في هذا النِظام جِداراً يُغلِّفُ الكَوْنَ، حيثُ لا يوجَدُ وراءهُ شيءٌ، لا مكانَ ولا زمانَ.

الْكَوْنُ عِنْدَ الْعَرَبِ وَ الْمُسْلِمين



كَانَتْ نَظْرَةُ الْعَرَبِ والْمُسْلِمِينَ إِلَى الْكَوْنِ عِلْمِيَّةً وَوَاقِعِيَّةً، فَيَوْمَ تُوُفِّيَ (ابْرَاهِيمُ) ابْنُ النَّبِيِّ مُحَمَّدٍ (ص)، وَوَافَقَ ذَلِكَ كُسُوفاً فِي الشَّمْسِ، قَالَ النَّاسُ : "إِنَّ الشَّمْسَ كُسِفَتْ لِمَوْتِ ابْرَاهِيمَ؛ فَقَالَ النَّبِيُّ الْكَرِيمُ : إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ آيَتَانِ مِنْ آيَاتِ اللهِ، لاَ تُكْسَفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ".

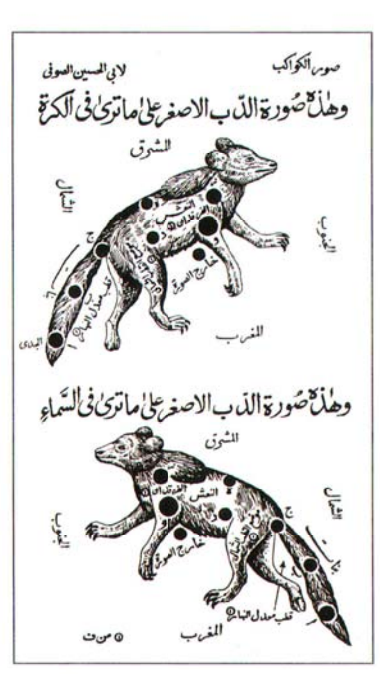
كَمَا انْكَبُّوا عَلَى تَرْجَمَةِ الْكُتُبِ الْعِلْمِيَّةِ الَّتِي وَصَلَتْ إِلَى أَيْدِيهِمْ، وَالْمُتَعَلِّقَةِ بِالسَّمَاءِ وَبِأَجْرَامِهَا، وَمِنْهَا كِتَابُ (السِّنْد هِنْد) الَّذِي أَشَرْنَا إِلَيْهِ. كَمَا اشْتُهِرَ عَدَدٌ مِنْ عُلَمَائِهِمْ بِوَضْعِ (أَزْيَاجٍ) لَمْ يَسْبِقْهُمْ إِلَى مَا يُمَاثِلُهَا أَحَدٌ. وَقَامُوا بِأَرْصَادٍ فَلَكِيَّةٍ عَنْ طَرِيقِ الْمَرَاصِدِ الْمُتَعَدِّدَةِ الَّتِي أُقِيمَتْ عَلَى جَبَلِ (قَاسِيُونَ) فِي دِمَشْقَ، وَفِي بَغْدَادَ، وَعَلَى جَبَلِ (الْمُقَطَّمِ) قُرْبَ الْقَاهِرَةِ.



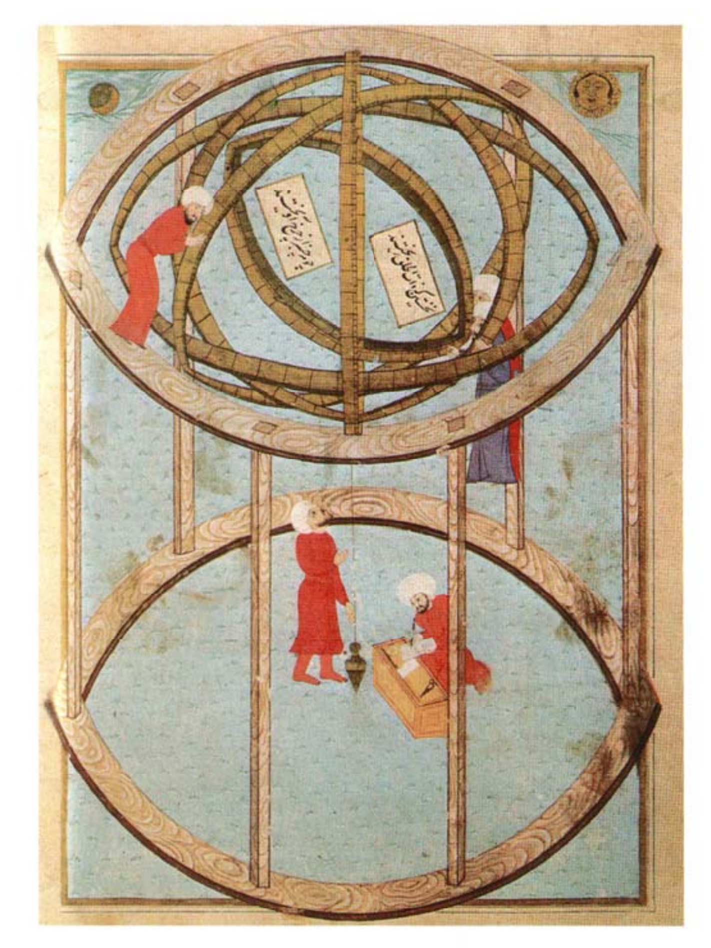
أبو عبد الله البتاني : (849-929م / 235-317 هـ) . عالِمُ فَلَك وَرِياضِيات. وجُغْرافيا. عاشَ حَياتَه العِلميَّةَ بَيْنَ الرقَةِ علَى نَهرِ الفُراتِ وأنْطاكية في سوريا، حَيْثُ أنْشأ مَرصَداً عُرِفَ باسْم (مَرْصد البَتاني)، وعَكَفَ على دِراسَةِ كُتبِ مَنْ سَبَقَهُ. يَقولُ ريجيس مورلون: «كانَ البتاني مِنْ أكْبَرِ راصِدي الفَتْرةِ الأولى مِنْ تاريخ الفَلك طيلَةَ ثَلاثينَ عَاماً، في مَدينَةِ الرَّقَة الواقعَةِ شَمال سوريا حالياً». وَهُوَ الذي نَجد عِنْدَهُ وَللمرَّةِ الأولى عَلى ما يَبْدو إشارَةً إلى "أنابيبِ الرَّصْدِ" في كِتابٍ لِعلم الفَلَك ذي تَقْليدٍ عَرَبي يونانِيٍّ وَذَلكَ في سِياقِ البَحْثِ عَن أوَّلِ هِلالٍ قَمَرِيٍّ عَلى الأُفق . وتَسمَحُ هَذه الأنابيبُ الخالِيَةُ مِنَ العَدَساتِ بِتَركيزِ النَّظَرِ عَلى مَكانٍ ما مِنَ السَّماءِ، وذَلكَ بِحَذفِ «الضَّوءِ الطُّفيْلي». والبَتاني أوَّلُ مَن كَشَفَ السَّمْتَ والنَّظير، وحَدَّدَ نُقطتَيْهما مِنَ السَّماءِ، كَما حَدَّدَ طُولَ السَّنَةِ المَدارِيَّةِ وَالفُصول، والمَدارَ الحَقيقِيَّ والمُتَوسِّطَ لِلشَّمس. وقَدْ خالَفَ البتاني بَعْضَ آراءِ بَطليموس. وبَيَّنَ الأسْبابَ التي تَدفَعهُ إلى ذلِكَ. وهُوَ أوَّلُ مَن أدْخَلَ في عِلْمِ الفَلكِ الرياضياتي حِسابَ الجُيوبِ .

مِنْ أبرزِ إنْجازاتِ العَربِ وَالمُسلمينَ في عِلْمِ الفَلَكِ أنَّهُم كانوا الأسْبقَ في الحُصولِ عَلى طُولِ دَرَجَةٍ مِن خَطِّ نِصفِ النَّهارِ بِطريقَةٍ عِلْميةٍ، فَقَد تَوصَّلوا إلى طَريقَةٍ مُبتَكرةٍ لِحسابِ ذَلك؛ مَكَّنتهُمْ مِنَ الحُصولِ عَلى نَتائجَ دَقيقَةٍ يَعدُّها العُلماءُ الآنَ مِنْ أجَلِّ آثارهِمْ في ميدانِ الفَلَكيّاتِ، وتَمّ ذلِكَ في عَهدِ المأمونِ وَبِأمرٍ مِنهُ. وَقَدْ ذَكرَ ذَلِكَ ابنُ يونسَ في كِتابِهِ (الزيج الكَبير الحاكِميّ). وَقام بِهذا العَمل فَريقانِ اتّجَهَ أحَدُهُما إلى مَنْطقَةٍ بَيْنَ واسِطَ وتَدْمُر وَقاسَ هُنالِكَ مِقْدارَ هَذهِ الدَّرَجةِ فَكانَتْ (56 1/4) مِنَ الأمْيالِ (الميلِ العَربي أطْوَلَ مِنَ الميلِ الرُّومانِي)، أمَّا الفَريقُ الآخَرُ فاتَّجهَ إلى صَحْراءِ سِنْجار، وتَوصَّلوا إلى أنَّ مِقْدارَ هَذهِ الدَّرَجةِ (57) ميلاً؛ لِذا اتَّخذَ المَأمونُ مُتَوسِط القِياسَينِ فَكانَ (56 2/3) مِنَ الأمْيالِ تَقْريباً. وَيُعدُّ هَذا القِياسُ قَريباً جِداً مِنَ القِياسِ الذي تَوصَّلَ إلَيهِ العُلَماءُ في العَصرِ الحَديثِ وهو (56.93) ميلاً، وهَذا يَعْني أنَّ مُحيطَ الأرْضِ يَبلُغ (41.248) كم؛ أي نَحْوَ (20.400) ميل. أمَّا الرَّقمُ الصَّحيحُ لِمُحيطِ الأرْضِ كَما حُسبَ في العَصْرِ الحَديثِ بِالحَواسيبِ وَالأقْمارِ الصِّناعيةِ فَهُوَ (40.070) كم. أمَّا البيروني فَقَد ابْتكَرَ طَريقَةً لِقياسِ دَرَجَةٍ من خَطِّ نِصفِ النَّهارِ ذَكرَها في كِتابِهِ الاسطرلاب فَوَجَدها (556.050) ميلاً. ولا تَزالُ هَذِهِ الطَّريقَةُ مُستَخدمَةً وتُعرفُ عِندَ الغَربِ والشَّرْقِ بِقاعِدَةِ البيروني لِحسابِ نِصْفِ قُطرِ الأرْضِ.

وَمِن إنجازاتِهم أنَّهُم كانوا أوَّلَ مَن عَرَف أُصولَ الرَّسم عَلى سَطْحِ الكُرَةِ، وَقالوا بِاسْتدارَةِ الأرْضِ وَدَورانِها حَوْلَ مِحوَرِها، وَقاموا بِضَبطِ حَرَكَةِ أوْجِ الشَّمْسِ وَتَداخُلِ فُلْكِها في أفْلاكٍ أُخْرى. كَما حَسَبوا الحَرَكَةَ المُتوسِّطَةَ لِلشَّمسِ في السَّنَةِ الفارسيَّةِ. وعِنْدَما حَسَبَ البَتّاني مَيلَ فَلكِ البُروجِ على فَلكِ مُعدلِ النَّهارِ وَجدهُ (23° و35) دَقيقَة، وَكانَ أبرخس قَدْ حَسَبهُ (23° و51) دَقيقَة وَهوَ مُتَغيِّرٌ فَقَد كانَ في زِمانِه (23 و34°) دقيقة. وقدْ أكَّدَ العِلمُ الحَديثُ أنَّهُ قَدْ أصابَ في هَذا الحِسابِ إلى حَدِّ دَقيقَةٍ واحِدَةٍ. كَما حَقَّقَ البَتاني مَواقعَ كَثيرٍ مِنَ النُّجومِ فَوَجَد أنَّ بَعْضَها لَم يَعُدْ في المَكانِ الذي كانَتْ عَلَيهِ عَلى عَهدِ بَطليموس. كَما صَحَّحَ البتاني نَفْسُهُ طولَ السَّنةِ الشَّمْسيَّةِ؛ فَقدْ حَدَّدَها بـ (365 يوماً و5 ساعات و46 دقيقة و32 ثانية). وكانَ حِسابُ بطليموس لَها (365 يوماً و5 ساعات و55 دقيقة و12 ثانية).



نُجومُ الدُّبِّ الأصْغرِ كَما ورَدَتْ في كِتابِ (صُورِ الكَواكِبِ الثابتة للصوفيّ)، لعبد الرحمن الصوفي (290-375 هـ/ 903-986م). مِنْ كِبارِ عُلَماءِ الفَلَكِ في العُصورِ الوُسطى. اتَّخذَهُ عَضدُ الدَّوْلَة البُوَيهي كَفَلكِيٍّ مُعَلِّم لِمَعْرفةِ مَواضِعِ وَحَركاتِ النُّجومِ الثَّابِتةِ. فَبَنى لَهُ مَرْصَداً خاصَّاً بِهِ في حَدائِقِ قَصْرِه. فانْقَطعَ الصوفيُّ يَرصُدُ فيه النُّجومَ لَيلَةً لَيلَةً. مِمَّا ساعَدَهُ على التَّوصُّلِ لاكْتشافاتٍ فَلَكيَّةٍ هامَّةٍ سَبَق بِها غَيرهُ مِنَ العُلَماءِ الفلكيِّين، سَواءً كانوا مِنَ العَربِ أو اليونانِ. وقَدْ اتَّبعَ في اكتشافاتهِ هذِهِ مَنْهَجاً عِلْمياً دَقيقاً يَقومُ عَلى المُشاهَدةِ وَالمُعايَنةِ المُباشَرَةِ والمُتابَعَةِ اليَوْمِيَّةِ والتَّسجيلِ المُسْتَمِرِّ لِكُلِّ ما يُشاهِدهُ أو يَكْتَشِفُهُ مِنْ أجْرامٍ سَماويةٍ، وكَانَ يَرْسُمها بِالألْوانِ، ويُمَثِّلُها عَلى هَيْئةِ أُناسٍ أو حَيَوان أو أشْياء.



انْتقَدَ الفَلكيُّونَ العَربَ ـ مِن أمْثالِ ابن الأفْلح والأشبيلي ـ كِتابَ بطليموس (المجسطي) في كِتابَيْهِما (إصْلاحُ المجسطي والهَيْئة عَلى التَّوالي). كَما اكْتَشفَ العُلماءُ المُسلمونَ أنْواعَ الخَللِ في حَرَكَةِ القَمرِ. فَقَدْ ثَبتَ لَدى المُؤَرِّخينَ أنَّ الخَللَ الثَّالِثَ كانَ مِنْ اكْتِشافِ أبي الوَفاء البوزجاني وَلَيسَ



تيخو براهي. وأدّى هَذا الاكْتِشافُ إلى اتِّساعُ نِطاقِ البَحْثِ في عِلمَيْ الفَلَك والميكانيكا. كما بَحَثَ عُلماءُ الفَلَكِ المُسلِمونَ وَالعَربُ في حِسابِ إهليلجية الشَّمْسِ أيْضاً، واسْتَنتَجوا أنَّ بُعْدَ الشَّمْسِ عَنْ مَركَزِ الأرْضِ إذا كانَتْ عِنْدَ أقْصى بُعْدٍ لَها يُساوي (1.146) مَرّة مِثْل نِصْفِ قُطرِ الأرْضِ، وإذا كانَتْ عِنْدَ أدنى بُعدٍ لها يُساوي (1.070) مرةً مِثْلَ نِصْفِ قُطرِ الأرْضِ، وإذا كانَتْ في مُتوسِّطِ بُعدِها يُساوي (1.108) مرةً مِثلَ نِصفِ قُطرِ الأرْضِ. وهَذِهِ التَّقديراتُ قَريبَةٌ جِدّاً مِنَ النَّتائِجِ التي خَرَجَ بِها العُلماءُ في العَصْرِ الحَديثِ.



نُجومُ كَوكَبَة العَوَّاءِ كَما ورَدَتْ في كِتَابِ صُورِ الكَواكِبِ للصُوفيّ

وَضَعَ الفَلَكيونَ العَربُ جَداوِلَ دَقيقَةً لِلنُّجومِ الثَّوابِتِ، وَأوّلُ مَنْ قامَ بِذلِكَ عبدُ الرَّحْمنِ الصوفي، وصنّف في ذَلك كِتاباً بِعُنْوان (صُورُ الكَواكبِ الثَّابِتةِ)، أوضَحَ فيهِ النُّجومَ الثَّابِتة لعام (299 هـ/911 م)، وهذِهِ الجَداوِلُ مُهِمةٌ حَتّى في العَصْرِ الحَديثِ، لِمَنْ أرادَ البَحْثَ في تاريخِ بَعضِ الكَواكِبِ ومَواقِعِها وَحَركاتِها. ويَمتازُ هَذا الكِتابُ بِرُسومِهِ المُلونَّةِ لِلأبْراجِ ولِبَقيّة الصُّوَر السَّماوِيَّةِ، وَقَدْ رَسَمَ فيه أكْثَرَ مِنْ (1000) نجمٍ

وصَوَّرها عَلى هَيْئَةِ الأناسي والحَيوانات؛ فَمِنْها ما هُوَ بِصورَةِ رَجُلٍ في يَدِهِ اليُسْرى سَيْفٌ يُشيرُ بِذُبابَتِه إلى رأسِ غولٍ ناصِيَتُهُ في القَبْضةِ اليُمْنى لِلَّرجُلِ؛ ومِنْها ما هُوَ بِصورَةِ كَهْلٍ في يدِهِ اليُسْرى قَضيبٌ أو صَولجانٌ، وعَلى رَأسِهِ عَمامَةٌ أو قُلنسوَةٌ فَوقَها تاجٌ. ومِنْها ما هُوَ عَلى هَيْئَةِ امْرأةٍ جالسةٍ عَلى كُرسيٍّ لَهُ قائمةٌ كَقائِمَةِ المِنبر؛ ومِنْها ما صُوِّر عَلى هَيْئَةِ حَيوانات كالدُّبِّ والأسدِ أو ظَبيٍ أو تِنّينٍ وغيرِ ذَلِك.

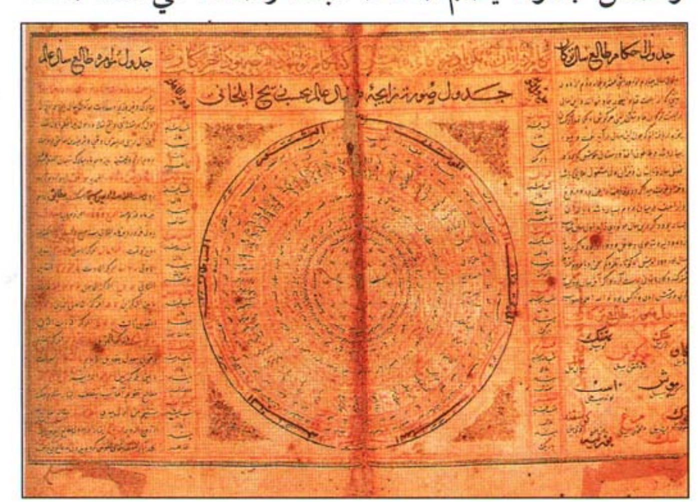
مِنْ إنْجازاتِ العَربِ في هَذا الحَقْلِ أيْضاً رَصْدُهُمْ للاعْتِدالَينِ الرَّبيعيِّ والخَريفيِّ؛ وكَذَلِكَ الانْقلابَ الصَّيْفيِّ والشتويِّ، وكَتَبوا عَنْ كَلف الشَّمْسِ قَبلَ غَيْرِهِمْ، وَأوَّلُ مَنْ قامَ بِذَلِك ابنُ رُشد (ت **595** هـ/**1198** م)، كَما تَوَصَّلَ بِالحِسابِ الفَلَكيِّ إلى وَقْتِ عُبورِ عُطارِد عَلى قُرصِ الشَّمْسِ، فَرَصدَهُ وشاهَدَهُ بِمَثابَةِ بُقْعَةٍ سَوْداء عَلى قُرْصِها في الوَقْتِ الّذي تَنبَّأ بِهِ تَماماً. كَما رَصَدوا الخُسوفَ والكُسوفَ وحَدَّدوا مَواقيتَ حُدوثِهما. ومِمَّنْ قامَ بِذلِكَ ابن باجَة الأنْدلُسيُّ (ت **533** هـ/**1138** م)، وَكَذَلِكَ القَزْوينيُّ الّذي يَقولُ في عَجائِبِ المَخْلوقاتِ "إذا صارَ القَمرُ في مُقابِلةِ الشَّمْسِ، كانَ النِّصفُ المُواجِهُ للشَّمْسِ هُوَ النِّصفُ المُواجِهُ لَنا (أيْضاً) فَنَراهُ بَدْراً. حَتّى إذا صارَ القَمرُ في مُقابَلَةِ الشّمْس تَماماً وَاسْتَحالَ عَلَيْنا أنْ نَرى شَيْئاً مِن جانِبِهِ المُضيءِ امّحقَ نُورُهُ؟ فَرَأيناهُ نَحنُ مُظْلماً". كَما تَحدَّثَ الفَلكيونَ كَثيراً عَن أثَرِ القَمرِ في ظاهِرةِ المَدِّ والجَزْرِ في البِحارِ والأنْهارِ.

هُناكَ إنْجازانِ عَظيمانِ في عِلْمِ الفَلكِ يُنْسَبان لابنِ الهَيْثَم، أوَّلُهُما تَحدَّثَ عَنْهُ في رِسالَةٍ بِعُنوان (رِسالَةِ ارْتِفاعِ القُطبِ) يَستنتِجُ فيها أنَّ ارْتِفاعَ القُطبِ **Polaris** يُساوي عَرضَ المَكانِ. وَهُوَ إنْجازٌ ذو أهَميَّةٍ بالِغةٍ في أعْمالِ المِساحَةِ وَالأعْمالِ المُشابِهَةِ لَها؛ وَعَملَهُ يَتلَخَّصُ في رَصْدِ الزَّمَنِ الذي يَسْتغْرِقُهُ الكَوكَبُ لِلوصولِ مِنْ ارْتِفاعٍ شَرْقيٍّ قَريبٍ مِن خَطِّ نِصفِ النَّهارِ إلى ارتِفاعٍ مُساوٍ لَهُ في الغَربِ، وَمَعْرفةِ قيمَةِ هذا الارتِفاعِ الشَّرقيِّ أو الغَرْبيِّ، وارْتِفاعِ الكَوكَبِ عِنْدَ مُرورِهِ بِخطِّ نِصفِ النَّهارِ. ويوضِّح ابن الهيثم طَريقَة عَمَلِ ذَلِكَ مُبيّنًا القانونَ الخاصَّ بِعَلاقَةِ الارْتِفاعاتِ المَذْكورَةِ، والزَّمنَ الذي يَستَغرِقهُ الكَوكَبُ في الحالَةِ الأولى الَّتي يَمرُّ فيها بِسَمتِ الرَّأسِ، أو يَكونُ عِنْدَ عُبورِه قَريباً مِنْها. وَفي الحالَةِ الثّانِيَةِ: عِنْدَما يَكونُ عُبورُهُ عَلى نُقطَةٍ مِن خَطِّ نِصفِ النَّهارِ تَختَلِفُ عَنْ سَمْتِ الرَّأسِ. ويُدَلِلُ ابنُ الهَيْثم عَلى كَيْفيّةِ الحُصولِ عَلى هَذهِ العَلاقاتِ بِالبُرهانِ الهَندَسي الدَّقيق. ويُبيّن أنَّ تَأثيرَ الانْعِطافِ عَلى أرْصادِ الكَواكِبِ عِندَ قُرْبِها مِن سَمتِ الرَّأسِ يَكادُ يَكونُ مَعْدوماً؛ لِذا فَالأخْطاءُ الناشِئةُ مِنْ يقينِ الارْتِفاعِ بِوَساطَةِ الأجْهِزةِ تَخْلو مِنْ هَذا العامِلِ كَما تَخْلو أيْضاً مِنْ عامِلِ زاوِيةِ اخْتِلافِ القُطْرِ لأنَّ بُعدَ الكَواكِبِ عَنِ الأرضِ نِسبةً إلى نِصفِ قُطرِ الأرْضِ كَبيرٌ جداً.

أمَّا الإنْجازُ الثّاني فَلا يَزالُ العِلمُ الحَديثُ يأخذُ بِهِ أيْضاً وَهُو أنَّ ظاهِرةَ إدراكِ الكَواكِبِ عِنْدَ الأُفقِ أعْظَمُ مِنْها في وسَطِ السَّماءِ فَيقولُ: "إنَّ كُلَّ كَوكَبٍ إذا كانَ عَلى سَمتِ الرَّأسِ، فإنَّ البَصرُ يُدْرِك مِقدارهُ أصْغَر. وكُلَّما كانَ أبْعدَ عَن سَمتِ الرَّأسِ كانَ ما يُدرِكهُ البَصَرُ مِن مِقْدارِهِ أعْظَم مِنْ مِقْدارِهِ الذي يُدْرِكُهُ وهُوَ أقْرَبُ إلى سَمْتِ الرَّأسِ".



ومِنْ إنْجازاتِ الفَلَكيِّينَ المُسْلِمين أيْضاً إصْلاحُ التَّقاويمِ Calendars الخَاطِئةِ، ويَتمثَّلُ ذلِكَ في عَملِ عُمَر الخيام الذي قامَ بِهِ سَنَة (467هـ/1074م) عِنْدَما دُعيَ لإصْلاحِ التَّقويمِ الفارسي في مَرْصدِ الرَّيِّ. فَكانَت السّنةُ الفارسِيَّةُ تَتألَّفُ من (12) شَهْراً يَحْتوي كُلٌّ مِنْها على (30) يَوْماً، ثُمّ تَجيءُ خَمْسَة أيّام بيض يتَّخذونَها عيداً لإتْمامِ السَّنة (365) يَوْماً. وَقامَ الخَيّامُ بِتعديلِ هَذا التَّقْويم بِزيادَة (15) يوماً في كُلِّ (62) سَنةً فَبَقي خطأٌ مِقْدارُهُ يَومٌ واحِدٌ يَتَكرَّرُ مرةً واحِدةً كُلَّ (3.770) سَنةً. كَما صَحّحَ أبو عَلي المَراكشي خَريطَةَ المَغْربِ الفَلَكيّةِ، وكانَ أولَ مَنْ اسْتَعمَلَ خُطوطَ الطُّولِ الَّتي تَدلُّ عَلى السَّاعاتِ المتُساويَةِ عَلى الخَريطَةِ، ولم تَكُن مَوْجودَةً عِنْدَ مَنْ سَبقَهُ مِنَ العُلماءِ سَواءً في بِلادِ اليونانِ أو في العالَمِ الإسْلامي. وألّفَ كِتاباً في الفَلَكِ جَمَعَ فيهِ كَثيراً مِنَ المَعارِفِ المُتَعلِّقة بالفَلَكِ وَآلاتِ الرَّصْد، وتَضمَّنَ جَدْوَلاً يضُمُّ (240) نَجْماً رَصَدَها في سَنة (622 هـ/1225 م).





كُرَة سَمَاويَّة مَصنوعَة مِنَ النُّحَاس تَعود للقَرن الـ (18م)

ومِنْ إنْجازاتِ العُلماءِ العَربِ في الفَلَكِ صُنْعُ الكُراتِ الّتي بيّنوا عَلَيها السَّماءَ وكَواكِبَها ونُجومَها. وكانَ أوّلَ مَن صَنَع كُرةً سَماويّةً مِن هَذا القَبيل إبراهيمُ السَّهليُّ عام (473 هـ/1080 م) وهُوَ أحَدُ عُلماءِ بَلنسية في الأنْدلُسِ. كَما أنَّ الزَّرقاليَّ (ت 493 هـ/1099 م) وَضَعَ ما اشْتهَرَ في تاريخِ هَذا العِلم بِاللّوائحِ الطُّليطليّةِ التي تُرْجِمَتْ إلى اللاتينيّةِ وَنُشِرتْ بِعُنوانِ اللّوائحِ الألفونسيَّةِ نِسْبةً إلى المَلكِ ألفونسو العاشِرِ الذي أمَرَ بتَرْجَمةِ جَميعِ آثارِ الزَّرقاليِّ إلى اللُّغةِ القشتاليّةِ، ومِنْ بينِها زيجُ الزَّرقاليّ الذي اعْتَمَدَ عَليه فيما بَعْدُ عُلماءُ الفَلَكِ في

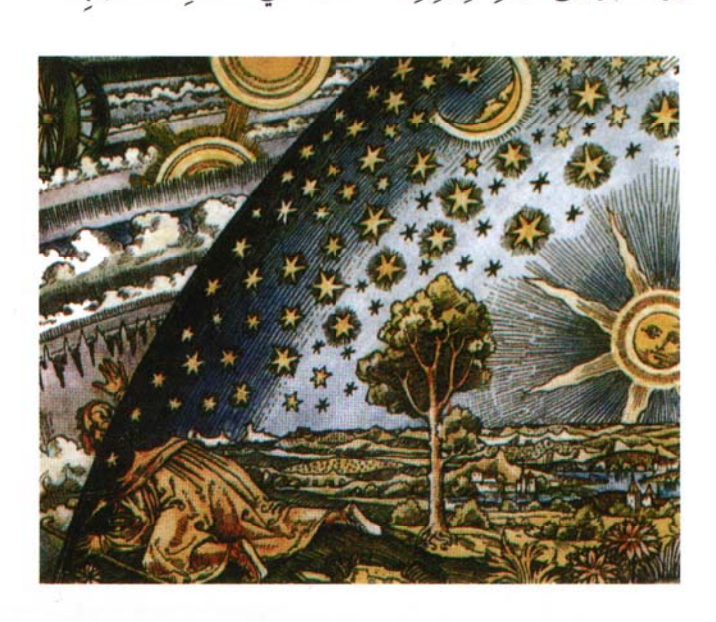
أوروبا. وإلى الزَّرقاليّ تُنسبُ أدقُّ دَرجَة عُرفَتْ في عَصْرِه لِحَركةِ أوجِ الشَّمْسِ بِالنسبَةِ إلى النُّجوم. وقَدْ بَلَغ مِقْدارُها عِندَهُ (12.04) دَقيقةً بَيْنَما مِقْدارها حَالياً (12.08) دقيقةً.

الإسطرلاب :

ابتكرَهُ اليونانيونَ بمدرَسَةِ الإسْكَندريّةِ نَحوَ (320 ق.م)، وهِيَ كَلِمَةٌ يونانيَّةٌ تَعني قياسَ النُّجوم. ولَمّا آلَ عِلمُ الفَلَكِ إلى العَربِ اهْتَمُّوا بهذهِ الآلَةِ وتَطوَّرتْ عَلى أيْديهِم بَعدَ أنْ كانَتْ بدائيَّةً بَسيطَةً.

وأوَّلُ مَنْ ابْتَكَرَ إسطرلاباً عَرَبياً إبراهيمُ بنُ حَبيبٍ الفزاري، فَهُوَ الذي اخْتَرعَ الإسطرلابَ ذا الحَلَقةِ، والإسطرلابَ المُسطَّحَ. وقَدْ طَوّر العَربُ عِدَّة أنْواعٍ مِنَ الإسْطرلَاباتِ مِنْها عَلى سَبيلِ المِثالِ الإسطرلاب الخَطِّيُّ والإسطرلابُ الكُرويُّ، ولِكُلٍّ مِنْها أنْواعٌ تَتفرَّعُ عَنْها مِثل المسرطن والزَّوْرقي، والعَقْربي، والعَنكبوتي والآسي، والأسطواني، والجَنوبي والشَّمالي، والتام، والطوماري، وحُق القَمَر، والمغنى، والجامعة.

يَتألَّفُ الإسطرلابُ المسطَّحُ - ويُسمى أيْضاً ذو الصَّفائح، وهُوَ أوَّلُ ما صُنعَ مِنَ الإسطرلابات - مِنْ قُرصٍ دائِريٍّ يَتراوَحُ قطرُهُ بَين (10 و 20) سم، ولَهُ عُروَةٌ اسْمُها الحَبْس مُتَّصِلةٌ بحلقَةٍ أو عَلاَّقَةٍ تَصلُحُ لِتَعْليقِ الإسطرلاب بِحيْثُ يَكونُ في وَضعٍ رَأسي، وبهِ قِطعَةٌ تُسَمَّى الأُمَّ وهِيَ الصَّفيحَةُ السُّفلى التي تَحتَوي عَلى بَقِيةِ الصَّفائحُ. وهَذهِ الصَّفائحُ أقْراصٌ مُستَديرَةٌ تَعْلوها الشَّبَكَةُ أوِ العَنْكَبوتُ، وهِيَ صَفيحَةٌ مَوْضوعَةٌ فَوْقَ أخَواتِها تَتألَّفُ مِنْ شَرائطَ مَعْدنيَّةٍ مُثقَّبةٍ بِشكلٍ يَبقى مَعهُ ظاهِراً فَلَكُ البُروجِ ومَواقِعُ النُّجومِ الرَّئيسةُ وأسْماؤُها. وهَذهِ الشَّبكةُ تَتألَّفُ مِن شَرائطَ مَعْدنيَّةٍ قُطِّعتْ في شَكلٍ فَنيٍّ تَنْتَهي بأطْرافٍ عَديدَةٍ تُشيرُ إلى مَواقعِ النُّجوم. ويُسمّى الطرَفُ شَظيةً، ثُمّ هُناكَ المِسطرَةُ وتُسمّى أيْضاً العضادَةُ، وتَدورُ حَولَ مَركَزِ الظهرِ ولَها ذِراعانِ يَنْتهي كُلٌّ مِنْهُما بِشظيةٍ يُؤخَذ مِنْها ارْتِفاعُ الشَّمْسِ. ورُسِمت إلى جانبِ الصَّفائحِ خُطوطُ السّاعاتِ وخَطُّ الاسْتِواءِ. كانَ اسْتِخْدامُ الإسطرلاب عِنْدَ اليونانيّينَ مَقْصوراً عَلى اسْتِعمالاتٍ مُعيَّنةٍ، مِثلَ ارْتِفاعِ النُّجومِ والبُروجِ وغَيْرِها. لَكِنَّ العَربَ ذَكَروا لَهُ ما يَزيدُ عَلى (300) اسْتعمالٍ، مِنْها ما يَتعلَّقُ بأوقاتِ الصَّلاةِ وتَعيينِ اتِّجاهَ القُبلَة، ومِنها ما يَتَعلَّقُ بِشؤون المِساحَةِ، وقِياسِ عُمقِ الآبارِ، وارتِفاعِ الجِبالِ، وفي المِلاحَةِ، ومَعْرِفَةِ دَرَجاتِ الطُّولِ والعَرْضِ، وحِسابِ الشُّهورِ والتَّواريخ. ومِنْ أمْثِلةِ أسطرلابات تَحْديدِ القِبْلةِ ما أُطْلقَ عَلَيْهِ (القِبْلةُ نامة)، وغالباً ما تكونُ هَذهِ الآلةُ دائريّةَ الشَّكلِ، غَيْرَ أنها تكونُ أحْياناً مُسْتَطيلَةً يُكْتبُ عَلى أحَدِ وَجْهَيها أسْماءُ المُدُنِ الإسْلاميّةِ مِثلَ إيرانَ والعِراقِ والجَزيرَةِ وباقي بِلادِ العالَمِ الإسْلاميِّ، وعَلى الوَجْهِ الآخَرِ الجِهاتُ الأرْبَعةُ، وفي وَسَطِها إبْرةٌ تُشيرُ إلى اتِّجاهِ القِبْلةِ عِنْدما تُضْبطُ في المَكانِ المَطْلوبِ.



نَظْرَةُ الأُورُوبيِّينَ وَغَيْرِهِمْ إِلَى الْكَوْنِ

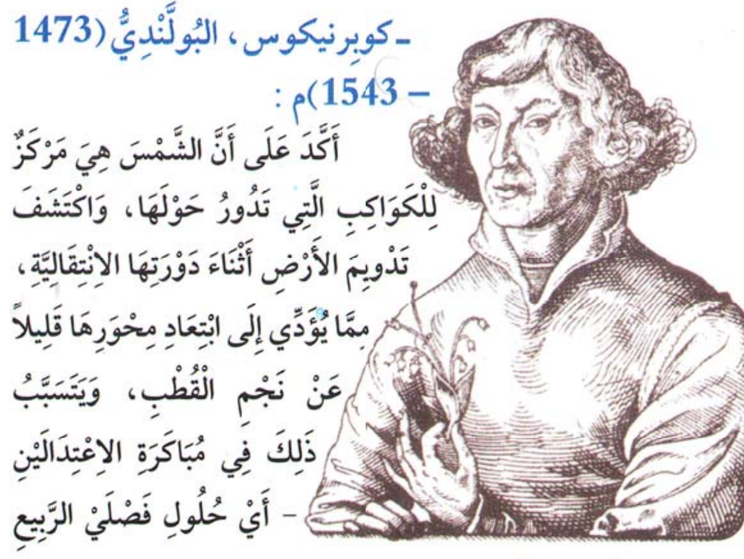
مِنذُ الْقَرْنِ الْخَامِسَ عَشَرَ الْمِيلادِيِّ، أخَذَ عِلْمُ الْفَلَكِ فِي أوْرُوبّا يَتَلَمَّسُ طَرِيقَهُ الصَّحِيحَ، وَيُرْسِي أُسُسَهُ السَّلِيمَةَ عَلَى يَدِ جَمْهَرَةٍ

مِنَ الْعُلَمَاءِ الأَوْرُوبِيِّينَ وَغَيْرِهِمْ مِمَّنْ صَاغُوا عَدَداً مِنَ الْقَوَانِينِ، وَالنَّظَرِيَّاتِ الَّتِي تَتَعَلَّقُ بِالْكَوْنِ وَمَا فِيهِ. وَاسْتَعَانُوا بِالأَجْهِزَةِ الْعِلْمِيَّةِ، وَبِالْمَرَاصِدِ الْفَلَكِيَّةِ، مِمَّا صَنَعُوهُ أَوْ طَوَّرُوهُ، عِلْماً بِأَنَّ بَعْضَهُمْ - بِرَغْمِ مَا جَاءَ بِهِ مِنْ دِرَاسَاتٍ قَيِّمَةٍ وَنَتَائِجَ عِلْمِيَّةٍ صَحِيحَةٍ حَوْلَ بَعْضِ الْقَضَايَا الْعِلْمِيَّةِ وَالْفَلَكِيَّةِ - كَانَتْ لَهُ أَفْكَارٌ خَاطِئَةٌ وَتَصَوُّرَاتٌ غَيْرُ صَحِيحَةٍ حَوْلَ بَعْضِ قَضَايَا عِلْمِيَّةٍ وَفَلَكِيَّةٍ أُخْرَى.

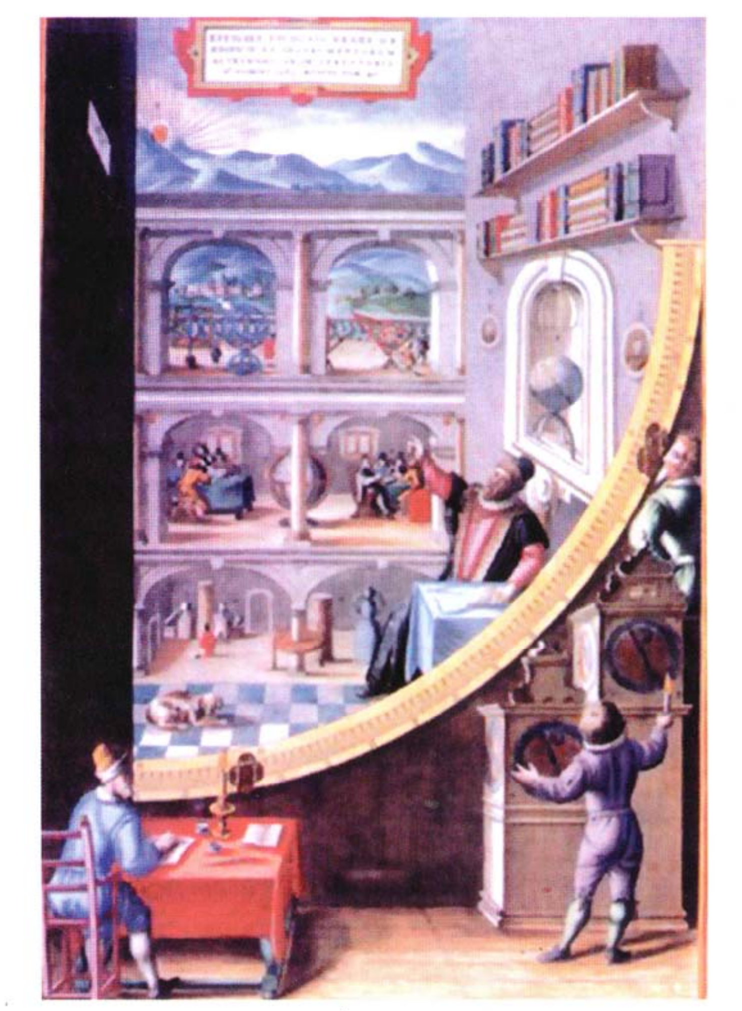
وَالْقَفْزَةُ الرَّائِعَةُ الَّتِي تَحَقَّقَتْ فِي مَجَالِ الْكَوْنِ مُنْذُ النِّصْفِ الثَّانِي مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ، وَمَا بَلَغَهُ الإِنْسَانُ مِنْ مُكْتَشَفَاتٍ، وَوَصَلَ إِلَيْهِ مِنْ مَعَارِفَ وَحَقَائِقَ، إِنَّمَا تَدِينُ بِالْفَضْلِ لِلْقَوَانِينِ وَالنَّظَرِيَّاتِ وَالأَفْكَارِ الَّتِي قَدَّمَهَا هَؤُلاَءِ الْعُلَمَاءُ بِلا انْقِطَاعٍ مُنْذُ الْقَرْنِ الْخَامِسَ عَشَرَ وَحَتَّى الْيَوْمِ، والَّتِي كَانَتِ الْجِسْرَ الَّذِي يَسَّرَ لِعُلَمَاءِ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ بُلُوغَ مَا بَلَغُوهُ. وَمَا مِنْ شَكٍّ فِي أَنَّ أَعْظَمَ نَظَرِيَّتَيْنِ مِنْ بَيْنِ النَّظَرِيَّاتِ الَّتِي سَاعَدَتْ عَلَى الْقَفْزَةِ الرَّائِعَةِ الَّتِي أَشَرْنَا إِلَيْهَا فِي مَجَالِ الْكَوْنِ، نَظَرِيَّةُ (الْجَاذِبِيَّةِ) **Gravity** الَّتِي جَاءَ بِهَا الْعَالِمُ (نيوتن) وَنَظَرِيَّةُ (النِّسْبِيَّةِ) **Relativity** الَّتِي جَاءَ بِهَا الْعَالِمُ (آينشتاين).

وَلاَ بُدَّ فِي هَذَا الْمَجَالِ، مِنَ التَّعَرُّضِ لِذِكْرِ أَهَمِّ الْعُلَمَاءِ الَّذِينَ كَانُوا قَادَةَ عِلْمِ الْفَلَكِ فِي أَوْرُوبَّا أَوَّلاً، ثُمَّ فِي أَنْحَاءٍ أُخْرَى مِنَ الْعَالَمِ، بَدْءاً مِنَ الْقَرْنِ الْخَامِسَ عَشَرَ الْمِيلادِيِّ وَحَتَّى الْيَوْمِ، وَمَا سَاهَمَ بِهِ كُلٌّ مِنْهُمْ فِي مَجَالِ هَذَا الْعِلْمِ:

- كوبرنيكوس، البُولَنْدِيُّ (1473 - 1543)م:


كوبرنيكوس

أَكَّدَ عَلَى أَنَّ الشَّمْسَ هِيَ مَرْكَزٌ لِلْكَوَاكِبِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَهَا، وَاكْتَشَفَ تَدْوِيمَ الأَرْضِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى ابْتِعَادِ مِحْوَرِهَا قَلِيلاً عَنْ نَجْمِ الْقُطْبِ، وَيَتَسَبَّبُ ذَلِكَ فِي مُبَاكَرَةِ الاعْتِدَالَيْنِ - أَيْ حُلُولِ فَصْلَيْ الرَّبِيعِ



وَالْخَرِيفِ فِي وَقْتٍ أَبْكَرَ مِمَّا حَلاَّ فِيهِ فِي الْعَامِ السَّابِقِ. كَمَا اكْتَشَفَ مَيْلَ مَدَارَاتِ الْكَوَاكِبِ عَلَى دَائِرَةِ الْبُرُوجِ، وَتَقَاطُعَهَا مَعَهَا.

- تيخوبراهي، الدَّانِمَرْكِيُّ (1546 - 1601)م:

هُوَ الَّذِي اسْتَنْتَجَ بِأَنَّ مَدَارَاتِ الْمُذَنَّبَاتِ مَدَارَاتٌ اهْلِيلَجِيَّةٌ، بَعْدَ أَنْ قَامَ بِرَصْدِ أَحَدِهَا.

- جوهانس كِبلر، الأَلْمَانِيُّ (1571 - 1630)م:

تَوَصَّلَ بِنَتِيجَةِ حِسَابَاتِهِ الْفَلَكِيَّةِ إِلَى وُجُودِ كَوْكَبٍ بَيْنَ (الْمِرِّيْخِ) وَ(الْمُشْتَرِي)، ثُمَّ كَشَفَ الرَّصْدُ، فِيمَا بَعْدُ، عَنْ وُجُودِ حِزَامٍ مِنَ الْكُوَيْكِبَاتِ بَيْنَ الْكَوْكَبَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ. كَمَا جَاءَ بِقَانُونِهِ الْمَشْهُورِ الَّذِي يَضُمُّ ثَلاثَ نُقَطٍ تَتَعَلَّقُ بِالنِّظَامِ الَّذِي تَتَّبِعُهُ الْكَوَاكِبُ أَثْنَاءَ دَوَرَانِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ وَهِيَ:



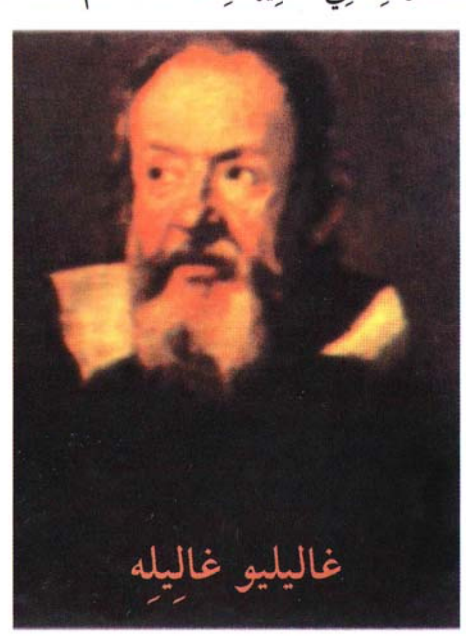
أ. لَجَمِيعِ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ مَدَارَاتٌ اِهْلِيلَجِيَّةٌ تَحْتَلُّ الشَّمْسُ إِحْدَى بُؤْرَتَيْهَا.

ب. يَمْسَحُ الْخَطُّ الْوَهْمِيُّ الْوَاصِلُ بَيْنَ مَرْكَزِ الْكَوْكَبِ وَمَرْكَزِ الشَّمْسِ، أَثْنَاءَ دَوَرَانِ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ حَوْلَ الشَّمْسِ، مِسَاحَاتٍ مُتَسَاوِيَةً فِي زَمَنٍ مُتَسَاوٍ، لِذَا فَإِنَّ الْكَوَاكِبَ تُبْطِئُ عِنْدَمَا تَكُونُ بَعِيدَةً عَنِ الشَّمْسِ، وَتُسْرِعُ عِنْدَمَا تَكُونُ قَرِيبَةً مِنْهَا.

ج. مُرَبَّعُ زَمَنِ دَوَرَانِ الْكَوْكَبِ حَوْلَ الشَّمْسِ يَتَنَاسَبُ طَرْدِيّاً مَعَ مُكَعَّبِ بُعْدِهِ الْوَسَطِيِّ عَنِ الشَّمْسِ.

ـ غاليليو غاليله، الإِيطَالِيُّ (1564 - 1642)م :

جَاءَ بِقَانُونِهِ الْقَائِلِ بِأَنَّ جَمِيعَ الأَجْسَامِ تَسْقُطُ نَحْوَ الأَرْضِ بِسُرْعَةٍ وَاحِدَةٍ، وَالاخْتِلاَفَ الَّذِي نَرَاهُ فِي سُرْعَةِ الأَجْسَامِ السَّاقِطَةِ بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الأَرْضِ، وَذَاتِ الْكَثَافَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ، نَاتِجٌ عَنِ الْمُقَاوَمَةِ الَّتِي تُلاَقِيهَا تِلْكَ الأَجْسَامُ أَثْنَاءَ سُقُوطِهَا،





أعضاءٌ في مَجْلِسِ الشُّيوخِ في مدينةُ البُنْدُقِيَّةِ يَنظُرونَ إلى أقْمارِ المُشْتَرِي مِنْ خِلالِ التِلسكوب الذي ابتكره غاليلو في القَرْنِ السَّابِعَ عَشَر.

وَأَنَّهُ كُلَّمَا كَانَتْ كَثَافَةُ الْجِسْمِ أَقَلَّ، كَانَتِ الْمُقَاوَمَةُ الَّتِي يُلاقِيهَا أَثْنَاءَ سُقُوطِهِ أَكْبَرَ.

كَمَا اخْتَرَعَ مِنْظَارَهُ الْفَلَكِيَّ **Telescope** الَّذِي اِكْتَشَفَ بِهِ الأَقْمَارَ الأَرْبَعَةَ لِلْمُشْتَرِي، وَكَشَفَ أَنَّ لِلزُّهْرَةِ وُجُوهاً تُشْبِهُ وُجُوهَ الْقَمَرِ، حَيْثُ يُرَى وَجْهُهَا كَهِلالٍ ثُمَّ كَأَحْدَبَ ثُمَّ كَتَرْبِيعٍ ثُمَّ كَبَدْرٍ الخ... كَمَا تَوَصَّلَ إِلَى الْكَشْفِ عَنْ تَضَارِيسِ الْقَمَرِ، إِلاَّ أَنَّهُ اِعْتَقَدَ بِأَنَّ الْمَنَاطِقَ الْمُعْتِمَةَ فِيهِ إِنَّمَا هِيَ بِحَارٌ، مِمَّا جَعَلَهُ يُطْلِقُ عَلَيْهَا اِسْمَ (بِحَارٍ).

وَكَشَفَ عَنِ الْبُقَعِ الشَّمْسِيَّةِ **Sunspots**، وَقَالَ بِأَنَّ حَرَارَتَهَا أَكْثَرُ اِنْخِفَاضاً مِمَّا حَوْلَهَا، لِذَا تَبْدُو مُعْتِمَةً. وَقَالَ بِأَنَّ النَّظَرَ إِلَى الشَّمْسِ بِدُونِ مُرَشِّحٍ ضَوْئِيٍّ **Filter** يُؤَدِّي إِلَى عَمَى الْعَيْنِ.

ـ جان دومنيكو كاسِّينِي، الإِيطَالِيُّ، (1625 - 1712)م :



اِكْتَشَفَ بِالْمِرْصَدِ أَنَّ الْحَلَقَةَ الْمُحِيطَةَ بِزُحَل، والَّتِي اِكْتَشَفَهَا قَبْلَهُ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ

(هايْجِنز)، لَيْسَتْ حَلَقَةً وَاحِدَةً وَإِنَّمَا حَلَقَتَانِ بَيْنَهُمَا فَرَاغٌ، وَقَدْ دَعَا الْعُلَمَاءُ هَذا الْفَرَاغَ بِاسْمِهِ تَكْرِيماً لَهُ فَأَصْبَحَ يُدْعَى (فَرَاغَ كَاسِّينِي). كَمَا اكْتَشَفَ مُعْظَمَ أَقْمَارِ زُحَلَ. وَحَدَّدَ بُعْدَ الْقَمَرِ عَنِ الأَرْضِ تَحْدِيداً دَقِيقاً.

ـ كريستيان هايْجِنْز، الْهُولَنْدِيُّ (1629 - 1695)م:

كريستيان هايْجِنز

هُوَ الَّذِي كَشَفَ عَنْ أَنَّ حَلْقَةَ (زُحَلَ) لاَ تَمَسُّ سَطْحَهُ، وَاكْتَشَفَ قَمَرَ (زُحَلَ) الْمُسَمَّى (تِيْتَان). وَاكْتَشَفَ السَّدِيمَ الْمَعْرُوفَ بِاسْمِ (أوريون) – أَيْ (الْجَبَّارُ).

ـ اِسحَق نيوتن، الْبَرِيطَانِيُّ (1642 - 1727)م:

اِسحَق نيوتن

اِكْتَشَفَ طَرِيقَةَ الْحُصُولِ عَلَى طَيْفِ الأَجْسَامِ الْمُضِيئَةِ عَنْ طَرِيقِ تَحْلِيلِ الضَّوْءِ إِلَى طَيْفٍ بِوَسَاطَةِ مَوْشُورٍ زُجَاجِيٍّ، كَمَا اكْتَشَفَ قَانُونَ الْجَاذِبِيَّةِ والَّذِي صَاغَ قوانين الحركة في ثلاثة بنود هي:

أ. يَظَلُّ كُلُّ جِسْمٍ عَلَى حَالَتِهِ مِنَ السُّكُونِ، أَوْ الْحَرَكَةِ الْمُنْتَظَمَةِ عَلَى خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ، مَا لَمْ تُؤَثِّرْ عَلَيْهِ قُوَّةٌ خَارِجِيَّةٌ تُغَيِّرُ مِنْ حَالَتِهِ.

ب. يَتَنَاسَبُ مُعَدَّلُ التَّغَيُّرِ فِي كَمِّيَةِ حَرَكَةِ أَيِّ جِسْمٍ مَعَ الْقُوَّةِ الْمُحْدِثَةِ لَهُ، وَيَكُونُ فِي اِتِّجَاهِ خَطِّ عَمَلِ تِلْكَ الْقُوَّةِ.

ج. لِكُلِّ فِعْلٍ رَدُّ فِعْلٍ مُسَاوٍ لَهُ فِي الْكَمِّيَةِ، وَمُضَادٌّ لَهُ فِي الاتِّجَاهِ.

ـ إدموند هالِّي، الْبَرِيطَانِيُّ (1656 - 1742)م:

إدموند هالِّي

قَامَ بِرَسْمِ خَارِطَةٍ لِسَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ وَهُوَ فِي جَزِيرَةِ (سَانْتَ هيلانَة) الَّتِي قَصَدَهَا خِصِّيصاً لِذَلِكَ، حَيْثُ تَنْكَشِفُ لَهُ رُقْعَةٌ أَوْسَعُ مِنْ سَمَاءِ النِّصْفِ الْجَنُوبِيِّ.

كَمَا حَدَّدَ مَسَارَ الْمُذَنَّبِ **Comet** الَّذِي دُعِيَ بِاسْمِهِ – وَهُوَ مُذَنَّبُ (هالي) – وَأَثْبَتَ أَنَّهُ هُوَ الَّذِي كَانَتْ تَرَاهُ الشُّعُوبُ عَبْرَ التَّارِيخِ كُلَّ (76) سَنَةً مَرَّةً وَاحِدَةً، والَّذِي رَصَدَهُ الصِّينِيُّونَ (29) مَرَّةً، وَتَنَبَّأَ بِعَوْدَةِ ظُهُورِهِ عَامَ (1758)م، وَقَدْ حَدَثَ ذَلِكَ فِعْلاً، إِلاَّ أَنَّهُ تُوُفِّيَ قَبْلَ عَوْدَةِ الْمُذَنَّبِ بِـ (16) سَنَةً.

كَمَا أَثْبَتَ أَنَّ النُّجُومَ لَيْسَتْ ثَابِتَةً فِي أَمَاكِنِهَا عَلَى الْمَدَى الطَّوِيلِ، بِدَلاَلَةِ أَنَّ النُّجُومَ الَّتِي رَصَدَهَا الإِغْرِيقِيُّونَ غَيَّرَتْ مَوَاقِعَهَا مُنْذُ أَيَّامِ الإِغْرِيقِ الْيُونَانِيِّينَ وَحَتَّى الْيَوْمِ.

ـ جورج كريستوف إيمارت، الأَلْمَانِيُّ (1668-1705)م:

صَمَّمَ قُبَّةَ فَلَكٍ سَمَاوِيَّةً صِنَاعِيَّةً تُوَضِّحُ حَرَكَاتِ النِّظَامِ الشَّمْسِيِّ **Solar system** وَمَوَاقِعَ النُّجُومِ فِي السَّمَاءِ.

ـ وليام هيرْشِل، الأَلْمَانِيُّ (1738-1822)م:

أَمْضَى فِي الْمَمْلَكَةِ الْمُتَّحِدَةِ مُعْظَمَ سِنِيِّ حَيَاتِهِ الأَخِيرَةِ. اِكْتَشَفَ كَوْكَبَ (أورانوس) عَامَ **1781**م بِوَسَاطَةِ الْمِرْقَبِ الْفَلَكِيِّ الَّذِي صَنَعَهُ بِيَدِهِ. وَفِي عَامِ **1787**م، اِكْتَشَفَ تَابِعَيْنِ مِنْ تَوَابِعِ (أورانوس) هُمَا: (تيتانيا) وَ(أوبيرون). كَمَا اكْتَشَفَ

تَابِعَيْنِ مِنْ تَوَابِعِ (زُحَل) هُمَا : (ميماس) وَ(إنسيلادوس).

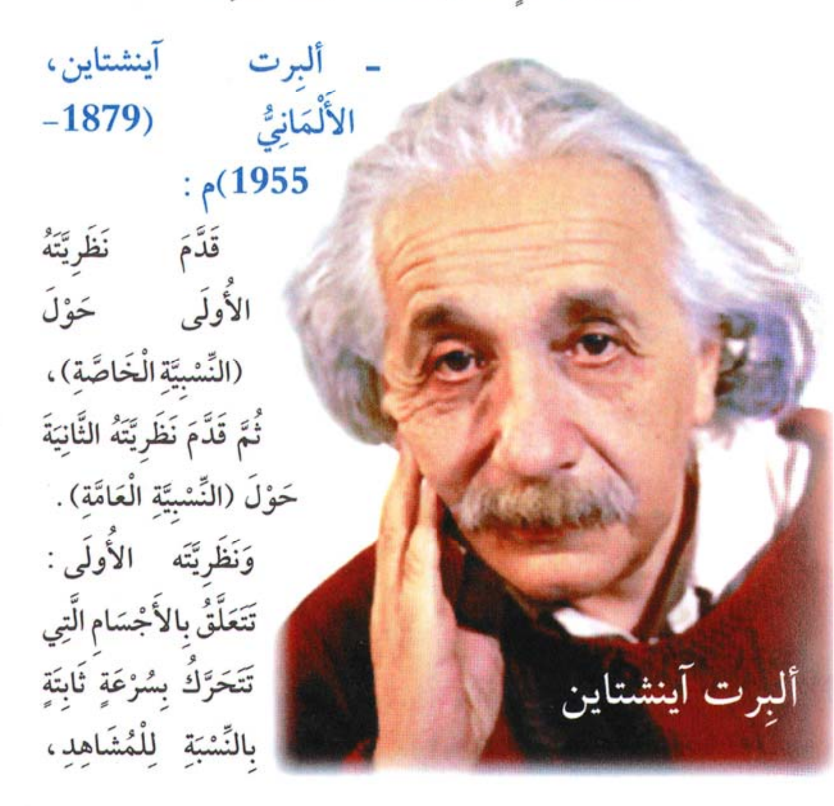
واكْتَشَفَ النُّجُومَ الثُّنَائِيَّةَ **Binary stars** أو (الْمُزْدَوَجَةَ) الَّتِي يَدُورُ كُلٌّ مِنْهُمَا حَوْلَ الآخَرِ بِفِعْلِ التَّجَاذُبِ. وَاكْتَشَفَ عَنَاقِيدَ النُّجُومِ الْكُرَوِيَّةِ **Global star clusters**. وَكَانَ أَوَّلَ مَنْ قَدَّمَ بَحْثاً عِلْمِيّاً عَنْ مَجَرَّتِنَا الْمَعْرُوفَةِ بِاسْمِ (الطَّرِيقِ اللَّبَنِيَّةِ) أَوْ (دَرْبِ التَّبَّانَةِ) **Milky Way**.

- جيمس كلارك ماكسويل، الإِسْكُتْلَنْدِيُّ (1831-1879)م :

اِكْتَشَفَ الطَّاقَةَ الْحَرَكِيَّةَ لِلْغَازَاتِ فِي الشَّمْسِ وَالنُّجُومِ، وَبَيَّنَ أَشْكَالَ تِلْكَ الطَّاقَةِ. كَمَا اسْتَنْتَجَ بِأَنَّ الْحَقْلَ الْكَهْرَطِيسِيَّ **Electromagnetic field** - أَيِ (الْكَهْرَبَائِيَّ الْمَغْنَاطِيسِيَّ) - يَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةِ الضَّوْءِ أَيْ بِمُعَدَّلِ (300) أَلْفِ كِيلُومِتْرٍ فِي الثَّانِيَةِ. وَأَثْبَتَ أَنَّ الضَّوْءَ مَا هُوَ إِلاَّ إِشْعَاعٌ كَهْرَطِيسِيٌّ.

وَبَيَّنَ أَنَّ حَلَقَاتِ (زُحَلَ) مُؤَلَّفَةٌ مِنْ ذَرَّاتٍ دَقِيقَةٍ، وَلَيْسَتْ مَجْمُوعَةً مِنْ كُتَلٍ صُلْبَةٍ كَمَا كَانَ يُعْتَقَدُ سَابِقاً.

- ألبرت آينشتاين، الأَلْمَانِيُّ (1879-1955)م :


ألبرت آينشتاين

قَدَّمَ نَظَرِيَّتَهُ الأُولَى حَوْلَ (النِّسْبِيَّةِ الْخَاصَّةِ)، ثُمَّ قَدَّمَ نَظَرِيَّتَهُ الثَّانِيَةَ حَوْلَ (النِّسْبِيَّةِ الْعَامَّةِ).

وَنَظَرِيَّتُه الأُولَى: تَتَعَلَّقُ بِالأَجْسَامِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ ثَابِتَةٍ بِالنِّسْبَةِ لِلْمُشَاهِدِ، وَبِخُطُوطٍ مُسْتَقِيمَةٍ.

أَمَّا نَظَرِيَّتُهُ الثَّانِيَةُ : فَتَتَعَلَّقُ بِالأَجْسَامِ الَّتِي سُرْعَتُهَا مُتَزَايِدَةٌ بِالنِّسْبَةِ لِلْمُشَاهِدِ، أَيِ الَّتِي يَحْدُثُ تَسَارُعٌ فِي حَرَكَتِهَا.

وَاعْتَرَضَ عَلَى مَا جَاءَ بِهِ الْعَالِمُ (نيوتن) مِنْ تَشْبِيهِهِ الْكَوْنَ بِجَزِيرَةٍ ذَاتِ حُدُودٍ، وَأَنَّهَا قَائِمَةٌ فِي فَضَاءٍ غَيْرِ مَحْدُودٍ. بَيْنَمَا اعْتَبَرَهُ (آينشتاين) كَوْناً مُغْلَقاً، لا بِدَايَةَ لَهُ وَلاَ نِهَايَةَ لَهُ، إِلاَّ أَنَّهُ مُتَنَاهٍ فِي حَجْمِهِ، لأَنَّهُ ذُو شَكْلٍ كُرَوِيٍّ مُغْلَقٍ، إِذَا مَا انْطَلَقَ الإِنْسَانُ فِيهِ مِنْ نُقْطَةٍ، عَادَ إِلَيْهَا. وَالنُّورُ الَّذِي يَنْطَلِقُ مِنْ نُقْطَةٍ مَا سَيَرْتَدُّ إِلَيْهَا بَعْدَ (200) ترليون سَنَةٍ مِنْ سنواتنا الأَرْضِيَّةِ.

إِلاَّ أَنَّ دِرَاسَاتِ الْعُلَمَاءِ الَّذِينَ جَاؤُوا بَعْدَ آينشتاين، أَظْهَرَتْ خَطَأَ نَظَرِيَّةِ (الْكَوْنِ الْمُغْلَقِ الثَّابت الحَجْم) عِنْدَ آينشتاين، وَأَثْبَتَتْ أَنَّ الْكَوْنَ آخِذٌ بِالتَّوَسُّعِ، وَأَنَّ الْمَجَرَّاتِ تَنْطَلِقُ فِيهِ مُتَبَاعِدَةً عَنْ بَعْضِهَا.

- جورج الْيري هيل، الأَمِيرِكِيُّ (1868 - 1938)م :

هُوَ الْفَلَكِيُّ الَّذِي بَدَأَ بِصُنْعِ مِرْقَبِ جَبَلِ (بالومار) الْفَلَكِيِّ فِي (كاليفورنيا) فِي (الوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، حَيْثُ أُقِيمَ مَرْصَدٌ عَلَى ارْتِفَاعٍ يَزِيدُ عَلَى (1500) مِتْرٍ فَوْقَ قِمَّةِ ذَلِكَ الْجَبَلِ، وَهُوَ الْمَرْصَدُ الْمَعْرُوفُ بِاسْمِ (مَرْصَدِ بالومار). وَقَدْ بَلَغَ قُطْرُ مِرْآةِ الْمِرْقَبِ (5) أَمْتَارٍ. وَظَلَّ يَعْمَلُ فِي صُنْعِ ذَلِكَ الْمِرْقَبِ مُدَّةً تَزِيدُ عَلَى (10) سَنَوَاتٍ قَبْلَ أَنْ يُنْهِيَهُ، وَكَانَ ذَلِكَ بَيْنَ عَام (1928 – 1938)م، حَيْثُ تُوُفِّيَ، فَأَتَمَّ صُنْعَهُ مِنْ بَعْدِهِ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (ايراس بوين). وَكَانَ (جورج هيل) قَدْ صَمَّمَ فِي فَتْرَةٍ سَابِقَةٍ مِرْقَبَ (يركس) الانْكِسَارِيِّ، وَمِرْقَبَ جَبَلِ (ويلسون) الْعَاكِسَ فِي (الوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ).

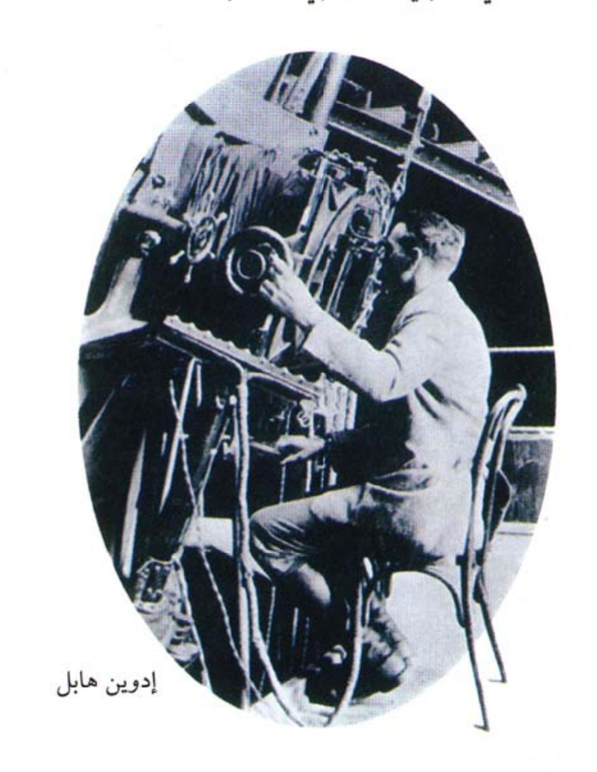
- شارل مِسْييه، الْفَرَنْسِيُّ (1730-1817)م :

صَرَفَ اهْتِمَامَهُ لِرَصْدِ أَجْرَامِ الْكَوْنِ، كَالْمُذَنَّبَاتِ وَالْمَجَرَّاتِ وَالسُّدُمِ وَالنُّجُوم.

وَقَدْ تَمَكَّنَ مِنْ رَصْدِ (103) مَجَرَّاتٍ Galaxies وَسَدِيم Nebulas ، وَقَدْ سُمِّيَ أَكْثَرَهَا بِاسْمِهِ تَكْرِيماً لَهُ، حَيْثُ دُعِيَتْ (مَجَرَّاتُ مِسْييه)، أَوْ يُكْتَفَى بِوَضْعِ حَرْفِ (M) أَمَامَ الْمَجَرَّةِ، وَيُوضَعُ لَهَا رَقْمٌ خاصٌّ لِتَمْيِيزِهَا عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْمُسَمَّاةِ بِاسْمِهِ، وَمِنْهَا الْمَجَرَّةُ الْعُظْمَى مِنْ كَوْكَبَةِ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ الَّتِي دُعِيَتْ (M 31).

- جوزيف لوي لاغرانج، الْفَرَنْسِيُّ (1736-1813)م :

أَثْبَتَ أَنَّ لِكُلِّ كَوْكَبٍ سَيَّارٍ نُقْطَتَيْ تَوَازُنٍ فِي الْفَضَاءِ، تَقَعُ إِحْدَاهُمَا أَمَامَ الْكَوْكَبِ بَيْنَمَا تَقَعُ الثَّانِيَةُ خَلْفَهُ، وَتَكُونَانِ عَلَى مَدَارٍ وَاحِدٍ، فَنُقْطَةُ التَّوَازُنِ الأَمَامِيَّةِ بِالنِّسْبَةِ لِلأَرْضِ هِيَ (الْقَمَرُ)، أَمَّا نُقْطَةُ التَّوازُنِ الْخَلْفِيَّةِ ، الَّتِي تَكُونُ عَلَى مَدَارِ الْقَمَرِ، فَتَتَأَلَّفُ مِنْ غُيُومٍ بَاهِتَةٍ . وَقَدْ أَثْبَتَ ذَلِكَ الأَمْرَ حَدِيثاً الْفَلَكِيُّ الْبُولَنْدِيُّ (كورديلوسكي) الَّذِي يَعْمَلُ فِي مَرْصَدِ (كراكوفا).



إدوين هابل

- إدوين هابل، الأَميرِكِيُّ (1889-1953)م :

فَلَكِيٌّ أَميرِكِيٌّ مُعَاصِرٌ تَعَاوَنَ مَعَ الْفَلَكِيِّ (ملتون هيمو مايسون) فِي رَصْدِ الْمَجَرَّاتِ وَالنُّجُوم، وَقَدْ بَلَغَ مَا رَصَدَهُ مِنْهَا عِدَّةَ مَلايِينَ، وَقَدْ قَامَ بِتَصْنِيفِهَا فِي مَجْمُوعَاتٍ.

- ملتون هيمو مايسون، أَميرِكِيٌّ (1891-1972م) :

كَانَ مُرَبِّياً لِلْحَيَوانَاتِ عَلَى سُفُوحِ وَقِمَّةِ جَبَلِ (ويلسون)، قُرْبَ الْمَرْصَدِ الْمُقَامِ عَلَى قِمَّةِ هَذا الْجَبَلِ الْمُسَمَّى (مَرْصَدَ ويلسون) فِي (الْولايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ). ثُمَّ عَرَضَ نَفْسَهُ عَلَى الْعَامِلِينَ فِيهِ لِيَقُومَ بِمُسَاعَدَتِهِمْ، وَتَمَّ ذَلِكَ، وَعُهِدَ إِلَيْهِ - بَعْدَ تَدْرِيبِهِ - بِالْتِقَاطِ صُوَرِ الْمَجَرَّاتِ ذَاتِ الإِشْعَاعِ الْخَافِتِ، وَالَّتِي تَحْتَاجُ إِلَى إِبْقَاءِ عَدَسَةِ الْمِرْقَبِ مَفْتُوحَةً لِمُدَّةٍ قَدْ تَصِلُ إِلَى (70) سَاعَةً، كَمَا كَانَ يَقُومُ بِتَصْوِيرِ أَطْيَافِ أَشِعَّتِهَا. وَقَدْ سَاعَدَتْ صُوَرُ (ملتون) عَلَى مَعْرِفَةِ السُّرْعَةِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ بِهَا الْمَجَرَّاتُ فِي الْكَوْنِ.

- هارولد شيبلي، أَميرِكِيٌّ (1885-1972م) :

مُدِيرُ مَرْصَدِ (هارفارد) فِي (الْولاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ). هُوَ الَّذِي حَدَّدَ شَكْلَ مَجَرَّتِنَا، وَقَدَّرَ حَجْمَهَا وَأَبْعَادَهَا.

- وُلتر بسيد، أَميرِكِيٌّ :

وَهُوَ مِمَّنْ عَمِلَ كَمُسَاعِدٍ فِي مَرْصَدَيْ جَبَلِ (ويلسون) وَجَبَلِ (بالومار) . جَاءَ بِالْفِكْرَةِ الْقَائِلَةِ بِأَنَّ النُّجُومَ الْمَوْجُودَةَ حَوْلَ مِحْوَرِ الْمَجَرَّةِ هِيَ نُجُومٌ هَرِمَةٌ، أَمَّا النُّجُومُ الْقَائِمَةُ فِي أَذْرُعِ الْمَجَرَّةِ فَهِيَ نُجُومٌ حَدِيثَةُ التَّشَكُّلِ.

- جان أورت، هولندِيٌّ (1900-1992م) :

عَمِلَ فِي قِسْمِ الرَّصْدِ الرَّادْيَوِيِّ (الإِشْعَاعِيِّ) فِي مَرْصَدِ (لايدن) فِي (هولندا) أَكْثَر مِنْ 25 سَنَة.

صَرَفَ اهْتِمَامَهُ لِرَصْدِ الإِشْعَاعَاتِ الْقَادِمَةِ إِلَيْنَا مِنَ الْكَوْنِ الْبَعِيدِ، كَمَا أَثْبَتَ مِنْ خِلالِ رَصْدِهِ ذَاكَ أَنَّ لِمَجَرَّتِنَا أَذْرُعاً



مُلْتَفَّةً حَوْلَهَا عَلَى شَكْلِ أَقْوَاسٍ مِمَّا يُعْطِي مَجَرَّتَنَا شَكْلاً حَلَزُونِيّاً. كَمَا اكْتَشَفَ أَنَّ السُّحُبَ الْغَازِيَّةَ فِي الْمَجَرَّاتِ تَنْدَفِعُ مِنْ مِحْوَرِ الْمَجَرَّةِ بِاتِّجَاهِ أَطْرَافِهَا.

- رودولف مينكوفسكي، رُوسِيٌّ (1895-1976م):

عَاشَ فِي (الْوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، وَعَمِلَ فِي مَرْصَدِ (بالومار). اهْتَمَّ بِالرَّصْدِ الرَّادْيَوِيِّ (الإِشْعَاعِيِّ). وَهُوَ الَّذِي تَوَصَّلَ إِلَى مَعْرِفَةِ أَسْرَعِ الْمَجَرَّاتِ انْطِلاَقاً، وَعَنْ كُلِّ مَا يَتَعَلَّقُ بِتَطَوُّرِ الْمَجَرَّاتِ وَالنُّجُومِ. وَلَهُ نَظَرِيَّاتٌ حَوْلَ شَكْلِ الْكَوْنِ، وَعُمْرِهِ، وَمَا يَضُمُّهُ مِنْ أَجْرَامٍ كَوْنِيَّةٍ.

وَإِذَا كَانَ عِلْمُ الْفَلَكِ قَدْ حَقَّقَ تَقَدُّماً مَلْمُوساً ابْتِدَاءً مِنَ الْقَرْنِ الْخَامِسَ عَشَرَ، فَإِنَّهُ قَدْ حَقَّقَ قَفَزَاتٍ رَائِعَةً، وَأَرْسَى أُسُساً ثَابِتَةً لِهَذَا الْعِلْمِ مُنْذُ بِدَايَةِ الْقَرْنِ السَّابِعَ عَشَرَ وَحَتَّى مُنْتَصَفِ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ عَلَى يَدِ عُلَمَاءَ كَانَ مِنْهُمْ عَبَاقِرَةٌ مَهَّدُوا الطَّرِيقَ أَمَامَ عُلَمَاءِ النِّصْفِ الثَّانِي مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ لِتَطْوِيرِ الْمَرَاصِدِ الْفَلَكِيَّةِ عَلَى اخْتِلاَفِ أَنْوَاعِهَا وَاخْتِرَاعِ الصَّوَارِيخِ وَالأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ، مُحَقِّقِينَ - عَنْ طَرِيقِ ذَلِكَ كُلِّهِ - تَقَدُّماً مُذْهِلاً يَزْدَادُ فِيهِ الْكَشْفُ الْعِلْمِيُّ عَنْ مَجَاهِلِ الْكَوْنِ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ وَبِدُونِ انْقِطَاعٍ، وَذَلِكَ عَنْ طَرِيقِ إِرْسَالِ صَوَارِيخَ وَمَرْكَبَاتٍ فَضَائِيَّةٍ اسْتَطَاعَتِ الْوُصُولَ بِلاَ إِنْسَانٍ إِلَى سَطْحِ الْقَمَرِ وَالْعَوْدَةَ مِنْهُ بِصُخُورٍ وَأَتْرِبَةٍ وَصُوَرٍ وَدِرَاسَاتٍ إِلَى الأَرْضِ؛ كَمَا اسْتَطَاعَتِ الْهُبُوطَ عَلَى سَطْحِ بَعْضِ الْكَوَاكِبِ الأُخْرَى، وَبَثَّ الصُّوَرِ، وَإِرْسَالَ الْمَعْلُومَاتِ عَنْهَا إِلَى الأَرْضِ.

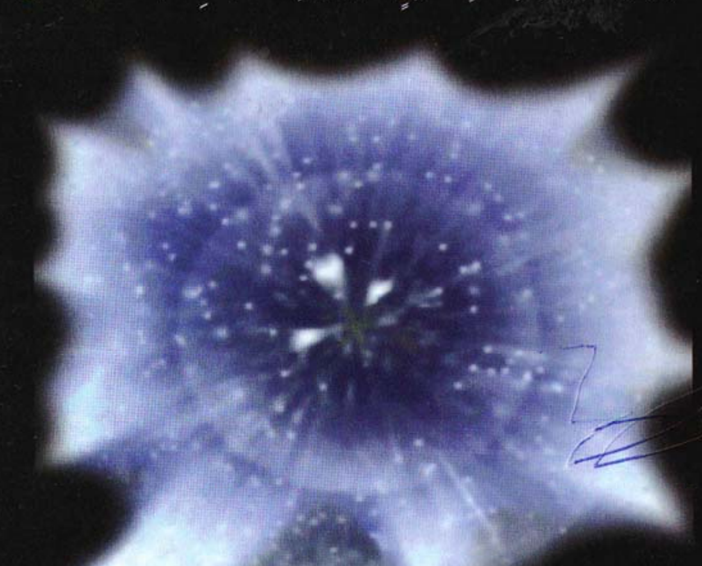
ثُمَّ جَاءَ النَّصْرُ الْكَبِيرُ لِلْعِلْمِ فِي مَجَالِ الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ حِينَ أَمْكَنَ لِلإِنْسَانِ أَنْ يَهْبِطَ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، وَيُثَبِّتَ عَلَيْهِ آلاَتِ الرَّصْدِ وَالتَّصْوِيرِ وَالدِّرَاسَةِ، وَأَنْ يَعُودَ مِنْهُ إِلَى الأَرْضِ مُحَمَّلاً بِصُخُورٍ وَأَتْرِبَةٍ مِنْهُ وَبِصُوَرٍ، وَبِدِرَاسَاتٍ وَنَتَائِجَ دَفَعَتِ الْمَعْرِفَةَ الإِنْسَانِيَّةَ أَشْوَاطاً كَبِيرَةً إِلَى الأَمَامِ فِي هَذَا الْمَجَالِ.

بِدَايَةُ الْكَوْنِ

فِي وَحْشَةٍ قَاتِلَةٍ، وَظَلاَمٍ مُطْبِقٍ، وَسُكُونٍ رَهِيبٍ، بَدَا الْكَوْنُ فِي مَرَاحِلِهِ الأُولَى وَلَيْسَ فِيهِ إِلاَّ غَازٌ مُتَمَدِّدٌ لِدَرَجَةٍ تَقْرُبُ مِنَ الْفَرَاغِ. وَلِكَيْ نَأْخُذَ فِكْرَةً عَنْ مَدَى تَمَدُّدِ غَازِ ذَلِكَ الْكَوْنِ، يَجِبُ أَنْ نَعْلَمَ أَنَّ حَجْماً مِنْهُ قَدْرُهُ (18) مِلْيَاراً مِنَ الْكِيلُومِتْرَاتِ الْمُكَعَّبَةِ - أَيْ مَا يَزِيدُ حَجْمُهُ عَلَى حَجْمِ جَمِيعِ مُحِيطَاتِ كُرَتِنَا الأَرْضِيَّةِ - كَانَ يَحْوِي مِنَ الْغَازِ أَقَلَّ مِمَّا يَحْوِيهِ شَهِيقُ الإِنْسَانِ عِنْدَ تَنَفُّسِهِ مَرَّةً وَاحِدَةً.

الْبَوَادِرُ الأُولَى لِنُشُوءِ الْكَوْنِ

فِي ذَلِكَ الْكَوْنِ الْمَهِيبِ الْمُتَمَدِّدِ، خَضَعَ الْغَازُ السَّائِدُ فِيهِ لِعَمَلِيَّةِ انْضِغَاطٍ هَائِلٍ مَجْهُولَةِ الأَسْبَابِ جَعَلَتْهُ يَتَقَلَّصُ

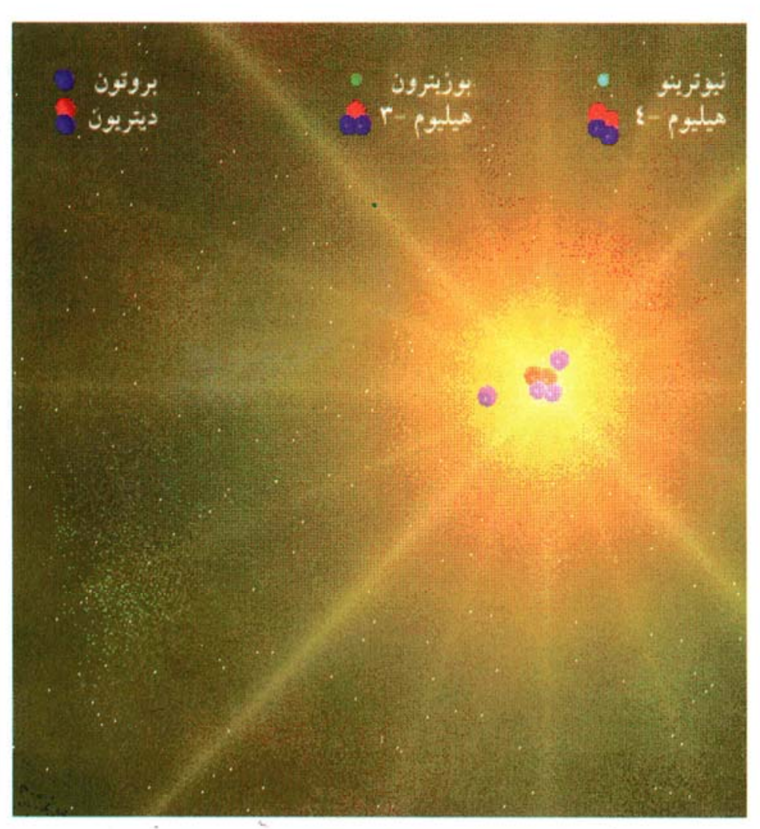


وَكَانَ مِنَ الْمُتَوَقَّعِ أَنْ تَتَلاشَى النُّيوتْرُونَاتُ مِنَ الْجَوِّ بَعْدَ عَمَلِيَّةِ التَّفَكُّكِ تِلْكَ، إِذْ أَنَّهَا لاَ تُعَمَّرُ عَادَةً، بَعْدَ لَفْظِهَا مِنَ النَّوَاةِ، أَكْثَرَ مِنْ ثَلاَثَ عَشْرَةَ دَقِيقَةً، لِتَتَحَوَّلَ إِلَى (بِرُوتُونٍ) **Proton** وَإِلَى (إِلِكْتْرُونٍ) **Electron**. إلاَّ أَنَّ طَبِيعَةَ ذَلِكَ الْجَوِّ، بِضَغْطِهِ الْهَائِلِ وَحَرَارَتِهِ الرَّهِيبَةِ، كَانَتْ تُؤَدِّي إِلَى تَصَادُمِ (الْبْرُوتُونَاتِ) مَعَ (الإِلِكْتْرُونَاتِ)؛ وَمِنْ حَصِيلَةِ ذَلِكَ التَّصَادُمِ كَانَتْ تَتَوَلَّدُ (نْيُوتْرُونَاتٌ) **Neutrons** جَدِيدَةٌ تُعَوِّضُ الْجَوَّ مَا فَقَدَهُ مِنْهَا وَتُعِيدُ بِشَكْلٍ مُدْهِشٍ التَّوَازُنَ بَيْنَ أَجْزَاءِ الْقُوَى الْمُفَكَّكَةِ.

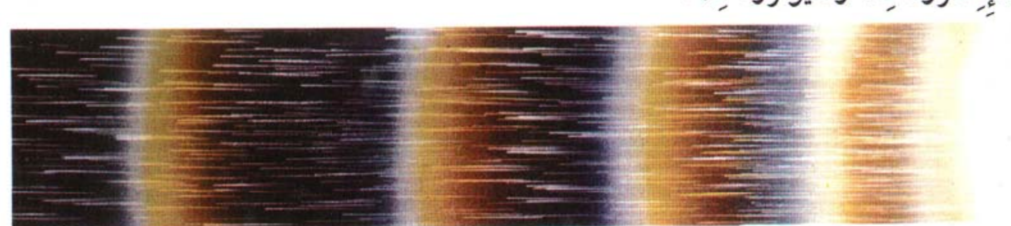
وَفَجْأَةً أَخَذَ ذَلِكَ الْكَوْنُ، الَّذِي وَصَلَ إِلَى أَقْصَى دَرَجَاتِ الانْكِمَاشِ وَالتَّقَلُّصِ، بِالتَّمَدُّدِ الَّذِي رَافَقَهُ انْخِفَاضٌ فِي دَرَجَاتِ حَرَارَتِهِ، وَقِلَّةٌ فِي كَثَافَةِ الْجُسَيْمَاتِ الْمُتَدَافِعَةِ فِيهِ، وَبُطْءٌ فِي حَرَكَتِهَا، وَتَسَبَّبَ ذَلِكَ كُلُّهُ فِي إِضْعَافِ عَمَلِيَّةِ التَّصَادُمِ بَيْنَ (الْبْرُوتُونَاتِ) وَ(الإِلِكْتْرُونَاتِ)، ثُمَّ انْتَهَى الأَمْرُ إِلَى تَوَقُّفِ تِلْكَ الْعَمَلِيَّةِ نِهَائِيّاً. وَعِنْدَهَا أَخَذَ الْكَوْنُ يَخْلُو مِنَ (النُّيوتْرُونَاتِ) الطَّلِيقَةِ، وَبَدَأَ تَكَوُّنُ كُتَلٍ مِنَ الْجُسَيْمَاتِ عَلَى دَرَجَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ التَّعْقِيدِ.

عِنْدَ هَذِهِ النُّقْطَةِ مِنْ تَطَوُّرِ الْكَوْنِ، ظَهَرَتِ التَّشَكُّلاتُ الأُولَى لِلْنُوَيَّاتِ الذَّرِّيَةِ، الَّتِي أَخَذَتْ تَمْلأُ الْكَوْنَ شَيْئاً فَشَيْئاً لِتُعْطِيَهُ مَادَّتَهُ الْمُؤَلَّفَةَ مِنْ (55 %) مِنْ غَازِ الْهِيدْرُوجِينَ وَ(44 %) مِنْ غَازِ الْهِلْيُومَ وَ(1 %) مِنَ الْعَنَاصِرِ الأُخْرَى الْمُخْتَلِفَةِ.

وَإِنَّهُ لَمِنَ الْمُذْهِلِ أَنْ نَعْلَمَ بِأَنَّ جَمِيعَ تِلْكَ الأَحْدَاثِ وَالتَّغَيُّرَاتِ الَّتِي أَتَيْنَا عَلَى ذِكْرِهَا، وَالَّتِي مَرَّ بِهَا الْكَوْنُ، بَدْءاً مِنِ انْكِمَاشِ وَارْتِفَاعِ دَرَجَةِ حَرَارَةِ غَازِهِ وَحَتَّى تَشَكُّلِ الْمَادَّةِ فِيهِ، وَمَا رَافَقَ ذَلِكَ مِنْ نِظَامٍ وَتَعْقِيدٍ عَلَى مُسْتَوىً ضَخْمٍ، لَمْ تَسْتَغْرِقْ أَكْثَرَ مِنْ سَاعَةٍ وَاحِدَةٍ مِنْ عُمْرِهِ



وَيَنْكَمِشُ عَلَى نَفْسِهِ، وَلِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، مِمَّا سَبَّبَ ارْتِفَاعاً فِي حَرَارَتِهِ، بَلَغَ عِدَّةَ مِلْيَارَاتٍ مِنَ الدَّرَجَاتِ الْمِئَوِيَّةِ؛ أَنْتَجَ فِي الْغَازِ الْمَضْغُوطِ حَرَكَةً تُدْعَى (الْحَرَكَةَ الْحَرَارِيَّةَ)، ذَاتَ طَاقَةٍ قُدِّرَتْ بِمَلاَيِينِ الْفُولْتَاتِ الإِلِكْتْرُونِيَّةِ؛ أَدَّتْ إِلَى جَعْلِ ذَلِكَ الْغَازِ يَتَسَابَقُ مُنْدَفِعاً فِي حَرَكَاتٍ دَائِرِيَّةٍ، وَبِسُرْعَةٍ مُذْهِلَةٍ، وَعَلَى نَفْسِ النَّسَقِ الَّذِي يُشَاهَدُ عِنْدَ انْدِفَاعِ الْجُسَيْمَاتِ فِي الأَجْهِزَةِ الذَّرِّيَةِ عِنْدَ الْقِيَامِ بِعَمَلِيَّةِ تَحْطِيمِ الذَّرَّةِ. وَعِنْدَهَا أَخَذَتِ النُّوَيَّاتُ الْغَازِيَّةُ الَّتِي كَانَتْ سَائِدَةً فِي الْكَوْنِ بِالتَّحَطُّمِ وَالتَّفَكُّكِ إِلَى مُرَكَّبَاتِهَا الأَسَاسِيَّةِ: (الْبْرُوتُونَاتِ، وَالإِلِكْتْرُونَاتِ، وَالنُّيوتْرُونَاتِ).



الضربة الكبرى أو الانفجار الأعظم **Big Bang**

الْمُقَرَّرِ بِـ(7 . 13) بليون مِنَ السِّنين.

إلاَّ أَنَّ دَهْشَتَنَا لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَخِفَّ أَوْ تَتَلاشَى إِذَا عَلِمْنَا أَنَّ سِلْسِلَةَ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَتَوَالَى أَثْنَاءَ انْفِجَارِ الْقُنْبُلَةِ الذَّرِّيَةِ لاَ تَسْتَغْرِقُ أَكْثَرَ مِنْ عِدَّةِ أَجْزَاءٍ مِنْ أَلْفِ جُزْءٍ مِنَ الثَّانِيَةِ – أَيْ عِدَّةَ مِيكْرُويَاتٍ مِنَ الثَّانِيَةِ – بَيْنَمَا تَظَلُّ الانْقِسَامَاتُ النَّوَوِيَّةُ فِي مُخَلَّفَاتِ تِلْكَ الْقُنْبُلَةِ وَفِي الأَجْسَامِ الَّتِي أُصِيبَتْ بِأَشِعَّتِهَا مُسْتَمِرَّةً فِي مِنْطَقَةِ الانْفِجَارِ عِدَّةَ سِنِينَ.

أطلقَ العلماءُ عَلى هذهِ النظريةِ التي تُفسرُ وِلادةَ الكَونِ اسم " الضَّربة الكُبرى" **Big Bang** أو الانْفِجَار الأَعَظَم. وقَدْ تّم إثباتُ صِحتِها و التَّحقُق مِنْها من خِلالِ الأجهزة الدَّقيقةِ والحساسةِ، عَلى سطْحِ الأرضِ وفي الفَضاءِ.

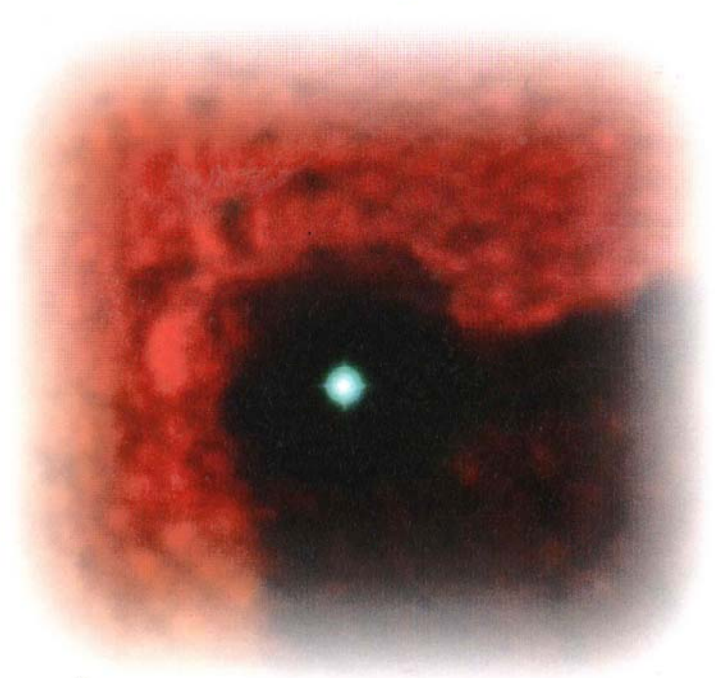


المُسْتَمِعانِ الكَوْنيانِ (بنزياس) في اليَسارِ و (ويلسون) في اليمينِ. مِنْ مُخْتبَراتِ (بل) وهما يَسْتَنِدانِ إلى الهَوائيّ الميكْروي الموجةَ الشَّبيهُ بِالبوقِ والذي كانَ أولَ منْ أصْغى إلى الضَّرْبةِ الكُبْرى لِنُشوءِ الكَوْنِ.

الخَط الزَمَني للكَون

بَيْنَما كَانَ الانْتِفاخُ الانْفِجاريُّ يُوسِّع الكَوْنَ، تَنامَتْ بلازما الفُوتُوناتِ وَالجُسَيْماتُ المَشْحونةُ بَعيداً وَراءَ الأُفقِ (حافَّةِ المِنْطَقةِ الَّتي يُمكنُ لِراصِدِ افْتِراضِيٍّ بَعْدَ الانْتِفاخِ الانْفجاريِّ أنْ يَراها خِلالَ تَوسُّعِ الكَوْنِ) وخِلالَ مَرْحَلَةِ الاتِّحادِ ثانِيةً، الَّتي حَدثَتْ بَعدَ قُرابَةِ 380000 سنةٍ، تَكَوَّنَتْ أولى الذَّرَّات، وصَدَر إشْعاعُ الخَلفيَّةِ الْكَونيَّةِ الميكرويَّةِ CMB ، وبَعْدَ 300 مليون سنةٍ، أعادَ الإشْعاعُ الصَّادرُ عنِ النُّجوم الأولى تَأيين مُعْظَمِ الهيدروجين والهليومِ.

نُشوءُ سَحابَةِ الْهيدْرُوجِين الأُولَى وتَشَكُّلُ السُّدُمِ وَالْمَجرَّاتِ



بَعْدَ أَنْ تَمَّ تكْوينُ النَّوَى فِي الْكَوْنِ، أَخَذَتْ تَنْشأُ عَنْ نَوَى (الْهيدروجين) وَ(الْهِليوم) سُدُمٌ عَلَى شَكْلِ سَحابَاتٍ هَائِلَةٍ مِنَ الْغازِ، كَانَتْ أَكْبَرَ كَثَافَةً مِنْ كَثَافَةِ الْكَوْنِ الْمُحيطِ بِهَا. وَلَكِنَّهَا تَخْتَلِفُ بِكَثَافَتِهَا وَمَظْهَرِهَا عَنْ سُحُبِنَا الْغَازِيَّةِ الْيَوْمَ. إِذْ كانَتْ كَثافَتُهَا لاَ تَزيدُ عَلَى كَثَافَةِ هَوَاءِ الزَّفِيرِ الَّذِي تُطْلِقُهُ رِئَتَانَا.

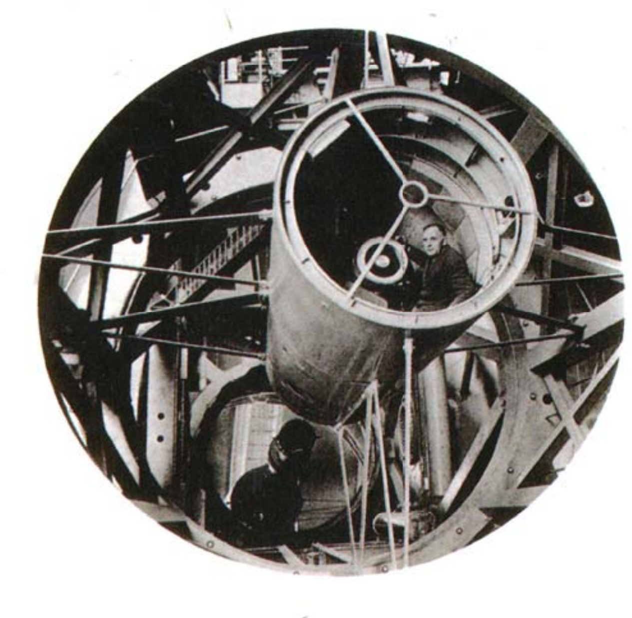
فِي تِلْكَ الْمَرْحَلَةِ، دَخَلَ الْكَوْنُ مَرْحَلَةَ انْقِباضٍ، انْكَمَشَتْ مِنْ جَرَّائِهِ تِلْكَ السَّحَابَاتُ السَّديمِيَّةُ الْكَوْنِيَّةُ، وَأَخَذَ تَكاثُفُهَا يَزْدَادُ بِاضْطِرَادٍ حَتَّى أَصْبَحَتْ مَرْكَزَ جَذْبٍ لِذَرَّاتِ الْكَوْنِ الْمُحيطَةِ بِهَا، وَأَدَّى ذَلِكَ إِلَى زِيَادَةِ الضَّغْطِ فِيهَا وَارْتِفَاعِ حَرَارَتِهَا ثُمَّ إِلَى اشْتِعَالِهَا وَتَوَهُّجِهَا، مُتَحَوِّلَةً مِنْ سُدُمٍ غَازِيَّةٍ إِلَى مَجرَّاتٍ كَوْنِيَّةٍ.

وَعِنْدَمَا تَأَجَّجَتْ وَبَلَغَتِ الْحَرارَةُ فِيهَا مِلْيَاراتٍ مِنَ الدَّرَجَاتِ الْمِئوِيَّةِ، حَدَثَ انْفِجارٌ نَوَوِيٌّ فِيهَا، انْقَسَمَتْ عَلَى أَثَرِهِ إِلَى عَدَدٍ مِنَ الْمَجرَّاتِ الثَّانَوِيَةِ الْمُلْتَهِبَةِ الَّتِي أَخَذَتْ تَتَباعَدُ عَنْ بَعْضِهَا لِيَتَوَالَى فِيهَا الانْفِجَارُ وَالانْقِسَامُ وَالتَّبَاعُدُ عَنْ بَعْضِهَا وَعَنْ مَرْكَزِ الْكَوْنِ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ أَزَالَتْ كُلَّ أَثَرٍ لِلْجَاذِبِيَّةِ الَّتِي كَانَتْ قَائِمَةً فِيمَا بَيْنَهَا، وَقَدْ شَكَّلَ كُلُّ قِسْمٍ مِنْهَا (مَجَرَّةً غَازِيَّةً) قَائِمَةً بِذَاتِهَا. وَلاَ تَزَالُ تِلْكَ الْمَجرَّاتُ، مُنْذُ ذَلِكَ الْحِينِ وَحَتَّى الْيَوْمِ، تَخْضَعُ لِعَمَلِيَّةِ التَوَسُّعِ الْكَوْنِيِّ، أَوْ مَا يُدْعَى بِـ (الانْتِشَارِ الْكَوْنِيِّ)، الَّذِي تَسَبَّبَ فِي تَنَاقُصِ حَـرَارَةِ تِلْكَ الْمَجرَّاتِ، مِنْ مِلْيَاراتِ الدَّرَجَاتِ الْمِئوِيَّةِ إِلَى مَلاَيِينِ أَوْ مِئَاتِ أُلُوفٍ أَوْ عَشَرَاتِ أُلُوفِ الدَّرَجَاتِ الْمِئوِيَّةِ.

وَقَدْ سَاعَدَ ذَلِكَ عَلَى تَكَاثُفِ أَبْخِرَةِ الْعَنَاصِرِ الْمُخْتَلِفَةِ الدَّاخِلَةِ فِي تَرْكِيبِ السَّحَابَاتِ الْكَوْنِيَّةِ، الَّتِي دَعَوْنَاهَا بِالْمَجرَّاتِ، مُشَكِّلَةً فِيهَا تَرْكِيباً دَقِيقاً وَرَقِيقاً، يَتَأَلَّفُ مُعْظَمُهُ مِنْ غَازَيْ (الْهيدروجين) وَ(الْهليوم)، وَأَقَلُّهُ مِنْ غُبَارٍ كَوْنِيٍّ دَقِيقٍ، وَمِنْ أَبْخِرَةٍ غَازِيَّةٍ يَدْخُلُ فِي تَرْكِيبِهَا جَمِيـعُ الْعَنَاصِرِ الَّتِي تَوَصَّلَ الْبَشَرُ إِلَى مَعْرِفَتِهَا حَتَّى الْيَوْمِ.

تَباعُدُ الْمَجَرَّاتِ

لَقَدْ أَثْبَتَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (إدوين هابل) عام 1929م، أَنَّ جَمِيعَ الْمَجرَّاتِ آخِذَةٌ بِالتَّبَاعُدِ عَنْ بَعْضِهَا إِلاَّ مَجْمُوعَةَ الْمَجرَّاتِ الْمُتَرابِطَةِ فِيمَا بَيْنَهَا بِفِعْلِ الْجَاذِبِيَّةِ، فَإِنَّ كُلَّ زُمْرَةٍ مِنْهَا تَبْتَعِدُ بِمَجْمُوعِهَا عَنْ بَقِيَّةِ الْمَجرَّاتِ؛ وَأَنَّ ذَلِكَ التَّبَاعُدَ يَتُمُّ بِسُرْعَةِ (105) كِيلُومِتْراتٍ فِي الثَّانِيَةِ – أَيْ مَا يُعَادِلُ (398.000) كم فِي السَّاعَةِ – بَيْنَمَا قَدَّرَ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ السُّرْعَةَ الَّتِي تَتَبَاعَدُ بِهَا مَجرَّتُنا عَنْ غَيْرِهَا بِمِقْدَارِ (980) كم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (3.528.000) كم فِي السَّاعَةِ؛ وَأَنَّ هُنَاكَ مَجرَّاتٍ قُدِّرَتْ سُرْعَةُ ابْتِعَادِهَا عَنْ غَيْرِهَا بِمِقْدَارِ (46.800)كم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (186.480.000)كم فِي السَّاعَةِ.

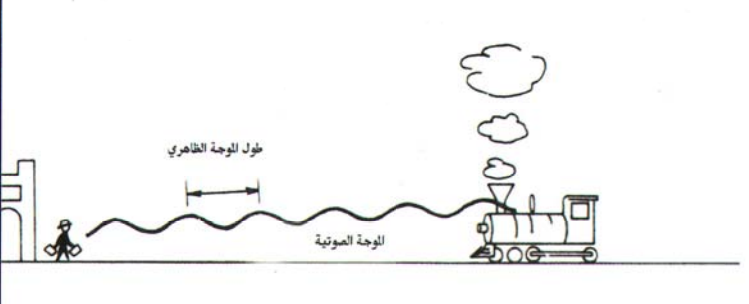


إدوين هابل دَاخِل مَرْصَدِهِ عَلَى قِمَّةِ جَبَلِ بَالومَار.

وَكَانَ (هابل) قَدْ تَأَكَّدَ مِنْ أَمْرِ ذَلِكَ التَّبَاعُدِ وَتَوَصَّلَ إِلَى تِلْكَ النَّتِيجَةِ بَعْدَ أَنْ طَبَّقَ مَفعُول (دوبلر) **Doppler effect**، وَهُوَ الْقَانُونُ الَّذِي سُمِّيَ بِاسْمِ صَاحِبِهِ الْعَالِمُ (كريستيان دوبلر) والَّذِي أَثْبَتَ ـ مِنْ خِلالِ دِرَاسَاتِهِ الَّتِي قَامَ بِهَا حَوْلَ تَحْلِيلِ طَيْفِ الأَجْسَامِ الْغَازِيَّةِ الْمُلْتَهِبَةِ، كَالنُّجُومِ وَالسُّدُم ـ، أَنَّهُ إِذَا مَا ابْتَعَدَ جِسْمٌ مُضِيءٌ عَنَّا، فَإِنَّ مَوْجَاتِ طُولِهِ تَزْدَادُ طُولاً، وَيَبْدُو ضَوْؤُهُ عِنْدَ تَحْلِيلِهِ بِالْمِطْيَاف مُتَرَاخِياً بِاتِّجَاهِ اللَّوْنِ الأَحْمَرِ (الانزياح نحو الأحمر) **Redshift**. أَمَّا إِذَا كَانَ ذَلِكَ الْجِسْمُ الْمُضِيءُ آخِذاً بِالاقْتِرابِ مِنَّا، فَإِنَّ مَوْجَاتِ الضَّوْءِ تَأْخُذُ بِالْقِصَرِ، وَيَتَرَاخَى طَيْفُ ضَوْئِهِ بِاتِّجَاهِ اللَّوْنِ /الْبَنَفْسَجِيِّ/ (الانزياح نحو البنفسجي) **Ultravioletshift**.

وَيُمْكِنُ تَشْبِيهُ ذَلِكَ بِمَوْجَاتِ الصَّوتِ الَّتِي تَكُونُ قَصِيرَةً إِذَا كَانَ مَصْدَرُ الصَّوْتِ قَرِيباً وَقَوِيّاً. وَكُلَّمَا بَعُدَ الصَّوْتُ وَخَفَّتْ شِدَّتُهُ، أَصْبحتْ مَوْجَاتُهُ طَوِيلَةً.

وَقَدْ أَيَّدَ الْفَلَكِيُّ الْبَلْجِيكِيُّ (جورج لُميتْر) هَذَا الرَّأْيَ، وَقَالَ كَمَا قَالَ (هابل) قَبْلَهُ بِأَنَّ الْكَوْنَ مُقْبِلٌ عَلَى حُدُوثِ فَرَاغٍ كَبِيرٍ فِي جَوْفِهِ خَاصَّةً، وَفِيمَا بَيْنَ مَجَرَّاتِهِ بِصُورَةٍ عَامَّةٍ، يُشْبِهُ الْفَرَاغَ الْمُتَزَايِدَ الَّذِي يُحْدِثُهُ نَفْخُ الْهَوَاءِ فِي كُرَةٍ مَطَّاطِيَّةٍ







مفْعول دوبلِرْ الذي يُسبِّبُ تغيُّراً في الأَطْوالِ المَوْجِيَّةِ الصادِرَةِ عنْ مَنْبعٍ مُتحرِّكٍ في حالَةِ الاقْتِرابِ والابْتِعادِ عن الرَّصْدِ.

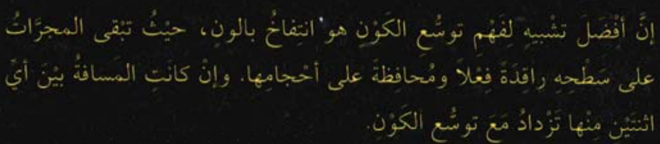
وُضِعَتْ عَلَى سَطْحِهَا شَارَاتٌ، إِذْ مَعَ ازْدِيَادِ حَجْمِهَا يَزْدَادُ الْفَرَاغُ فِي جَوْفِهَا، كَمَا تَزْدَادُ الْمَسَافَاتُ - أَيْ الْفَرَاغُ - بَيْنَ الشَّارَاتِ الْقَائِمَةِ عَلَى سَطْحِهَا، وَسَيُؤَدِّي ذَلِكَ إِلَى خُلُوِّ الْكَوْنِ شَيْئاً فَشَيْئاً مِنْ مَجَرَّاتِهِ.

إِلاَّ أَنَّ الْعَالِمَيْنِ الإِنْكْلِيزِيَّيْنِ: (هـ. بوندي) وَ(ث. غولد) اللَّذَيْنِ وَافَقَا (هابل) وَ(لُميتْر) عَلَى نَظَرِيَّةِ الاتِّسَاعِ الْكَوْنِيِّ وَتَبَاعُدِ الْمَجَرَّاتِ، لَمْ يُوَافِقَا عَلَى فِكْرَةِ الْفَرَاغِ الْكَوْنِيِّ، وَقَالا بِأَنَّ الْمَادَّةَ الرَّقِيقَةَ الَّتِي تُخَلِّفُهَا الْمَجَرَّاتُ وَرَاءَهَا فِي الْكَوْنِ بَعْدَ تَبَاعُدِهَا، تَظَلُّ فِيهَا الْقُدْرَةُ عَلَى تَعْوِيضِ الْكَوْنِ مَا فَقَدَهُ مِنْ تِلْكَ الْمَادَّةِ بِسَبَبِ ذَلِكَ التَّبَاعُدِ وَبِشَكْلٍ كَافٍ لِتَشَكُّلِ مَجَرَّاتٍ جَدِيدَةٍ.

وَقَدْ وجَدَ هَذَانِ الْعَالِمَانِ أَنَّهُ يَكْفِي أَنْ تَتَشَكَّلَ كُلَّ (250) سَنَةٍ ذَرَّةُ هِيدْرُوجِينٍ وَاحِدَةٌ فِي فَرَاغٍ قَدْرُهُ (5) لِيتْراتٍ مُكَعَّبَةٍ لِتَنْشَأَ مَجَرَّاتٌ جَدِيدَةٌ فِي ذَلِكَ الْفَرَاغِ.

الاِنْتِشَارُ الْكَوْنِيُّ وتوسُّع الْكَوْن





إنَّ أفْضَلَ تشْبيهٍ لِفَهْمِ توسُّعِ الكَوْنِ هو انتِفاخُ بالونٍ، حيْثُ تبْقى المجرّاتُ على سَطْحِهِ راقِدَةً فِعْلاً ومُحافِظَةً على أحْجامِها. وإنْ كانَتِ المسافةُ بيْنَ أيِّ اثنَيْنِ مِنْها تَزْدادُ مَعَ توسُّعِ الكَوْنِ.

يَبْدُو أَنَّ الاِنْتِشَارَ الْكَوْنِيَّ **Cosmic expansion** سَيَظُلُّ مُسْتَمِرّاً، وَأَنَّ التَّبَاعُدَ بَيْنَ الْمَجَرَّاتِ سَيَتَزَايَدُ إِلَى آفاقٍ غَيْرِ مَحْدُودَةٍ، حَسْبَمَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ الدِّرَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ.

لقدْ عبَّرَ الفَلَكيُّونَ عنْ هذا التَّوسُّعِ بالقَوْلِ إنَّ المجرَّاتِ البَعيدَةَ تبْتعِد عَنَّا، لكنَّ المجرَّاتِ لا تسيرُ في الفَضاءِ مُبْتعدةً عَنَّا، وهِيَ ليْسَتْ شَظايا قُنْبُلةٍ مِنْ قَنابِلِ الانْفِجارِ الأعْظَم. بَلْ كل ما في الأمْرِ أنَّ الفَضاءَ بينَ المجرَّاتِ وبيْنَنا يتوسَّعُ. أمّا كُلُّ مجرَّةٍ وحْدَها فهي تتجوَّلُ كيْفَما اتفَقَ داخلَ حُشودٍ، ولكنَّ حُشودَ المَجرَّاتِ تَبْقى جوهريّاً ساكِنَةً.

إنَّ أولَ مُلاحَظةٍ أساسيَّةٍ أعلَنَتْ عَنْ توسُّعِ الكوْنِ ظَهرتْ بينَ عامي (**1910** - **1930**)م. وقدْ تبَيَّنَ أن ظاهِرَةَ كَوْنِ الذرَّاتِ تبثُّ وتمتصُّ مَوْجاتٍ ضَوْئيّةً نوْعِيَّةً، وذلِكَ كما دلَّتِ القِياساتُ المُخْتبريَّةُ، موجودةٌ في الضَّوْءِ الوارِدِ مِنَ المَجرَّاتِ البَعيدةِ، باسْتثناءِ أنَّ الموْجاتِ هُنا كانَتْ مُنْزاحَةً نحْوَ الموْجاتِ الطَّويلَةِ (الحمْراء) ويُعبِّرُ الفلكيُّونَ عَنْ ذلِكَ بقولِهِمْ: إنَّ ضَوْءَ المَجرَّاتِ كانَ مُنْزاحاً نحْوَ الأحْمَرِ. وتَفسيرُ ذلِكَ: أنَّهُ لمّا كانَ الفَضاءُ يتوسَّعُ، فالمَوْجاتُ الضَّوئيَّةُ تتمَدَّدُ. وإذا تَضاعَفَ حجمُ الكَوْنِ أثناءَ رحلةِ المَوْجاتِ، فسَتتضاعَفُ معَهُ أيْضاً أطوالُ هذهِ الموْجاتِ وتَنْخفِضُ طاقتُها إلى النِّصْفِ.

يَستَخْدَمُ مِثلَ هذا المُسْتَعمرُ الأعْظَمُ Supernova المُشارُ إليْهِ بِسَهْمٍ الواقِعُ في حشْدِ المَجرَّاتِ العَذْراءِ، كَمُؤشِّرٍ على سَيْرِ توسُّعِ الكوْنِ. ويُؤدِّي رصْدُ خَصائِصِ هذا المُؤشِّرِ إلى التَّأكيدِ على بُطْلانِ نَظريّاتٍ كَوْنيَّةٍ بَديلَةٍ لا يَتوسَّعُ الكونَ فيها.

شَكْلُ الْكَوْنِ

بِالنِّسْبَةِ لِشَكْلِ الْكَوْنِ، هُناكَ رَأْيانِ مُتَضارِبانِ:

- الأَوَّلُ: قَدَّمَهُ الْعالِمُ الْفَلَكِيُّ (هابل)، وَجاءَ فِيهِ: إِنَّهُ عَلَى شَكْلِ قُبَّةٍ تَنْحَني أَطْرافُها انْحِناءً إِيجابِيّاً، أَيْ نَحْوَ الدَّاخِلِ. وَقَدْ بَنَى رَأْيَهُ هَذَا عَلَى مَا انْتَهَى إِلَيْهِ مِنْ حِسَاباتٍ رِياضِيَّةٍ وَفَلَكِيَّةٍ.
- وَالثّاني: جاءَ بِهِ الْعالِمُ الْفَلَكِيُّ (بهر) وَأَيَّدَهُ الْعالِمانِ

(استابنس) وَ(ويتفورد) وَيَقُولُ بِأَنَّ الْكَوْنَ مَفْتُوحٌ عَلَى شَكْلِ سَرْجِ الْحِصَانِ، الَّذِي مَهْمَا امْتَدَّتْ أَطْرافُهُ لا تَلْتَقِي. وَيُؤَيِّدُ أَكْثَرُ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ الْيَوْمَ هَذَا الرَّأْيَ.

إلاَّ أَنَّ قِسماً مِنَ الْعُلَمَاءِ يَقُولُونَ بِأَنَّهُ لاَ يَجُوزُ الآنَ التَّأْكِيدُ بِشَكْلٍ قَاطِعٍ عَلَى أَيَّةٍ مِنَ الْفِكْرَتَيْنِ ما دَامَتْ أَضْخَمُ مَراصِدِ الْعَالَمِ الْفَلَكِيَّةُ ، وَمِنْهَا مَرْصَدُ (بالومار) فِي (الْوِلاياتِ الْمُتَّحِدَةِ)، لا تَزالُ قَاصِرَةً لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ عَنْ بُلُوغِ نِهَايَةِ هَذَا الْكَوْنِ.

كَوْن مشوَّه: لابُد أنْ يَكُون التَمدّد الهَائِل السَرعة للكَونِ، الَّذي حَدَثَ مُبَاشَرةً بَعدَ الانْفِجار الأعْظَم، قَد وَلّد موجَات تَثَاقُلِيَّة. وَيمُكِن لِهَذِه المَوجَات أنْ تَمطّ و تَعصِر البَلازما الكَونيّة البِدائيّة مولّدة حرَكَات في السَّطْح الكُرويّ الّذِي بَثَّ إشعَاعَات الخَلفيّة الكونية الميكرويّة CMB. وَهَذِه الحرَكَات تُحدث بِدوْرِهَا انزيَاحَات نحو الأَحمَر و انزيَاحَات نَحو الأَزرَق في دَرجَة حَرارة الإشْعاع، وَتستقطِب الإشعَاعَات CMB. ويُظهر الشَّكل هُنَا تَأثيرات المَوجَات التثَاقُليّة الذَّاهبَة من قِطْب إلى آخر بِطُول مَوجيّ يُسَاوي رِبْع نِصف قِطر الكُرة.

خَصائِص الكَوْن

يَهتمُّ عِلمُ الكوْنِ بدِراسةِ طبيعَةِ الكوْنِ كَكُلٍّ، مُنْطلقاً مِنْ وَضْعِ النَّماذجِ الافتراضيَّةِ لِلكوْنِ والتَّحقُّقِ مِنْها بِمُقارَنَتِها بِالمشاهَداتِ التي وَسّعتْ أبْعادَها أجْهزةُ الرَّصْدِ الحديثةُ. وقدْ ساعَدَ على حَلِّ الكَثيرِ مِنْ تفْصيلاتِها التَّقدُّمُ العِلْميُّ المُعاصِرُ، وبِخاصَّةٍ ما صَدَرَ عن عِلميْ الفيزياءِ والرِّياضيَّاتِ.

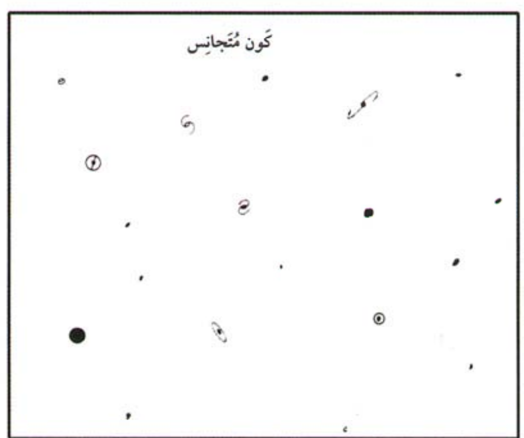


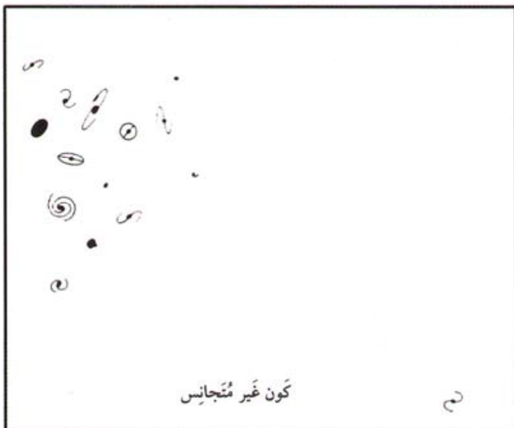
إنَّ مَا يُطلَق عَليْه اسْمَ "الفَضَاء الخَاويّ" هُو فِي الوَاقِع مَملوء بُجسيْمَاتٍ أوَّليّة تُوجَد و تَتلاشَى بِسرْعَاتٍ عَاليَة لدرَجةٍ تجعَلُ اكْتشَافهَا مُتعذّراً. وَوجُود هَذِه الجُسيمَات هُو نتيجَة للارتباطِ بينَ قَاعدةٍ أسَاسيّة في الميكانِيك الكُمُومي ونَظَريّة النسبيّة الخاصَّة : لا يُوجَد شَيء مَضْبُوط تماماً، وَلا حَتَّى اللّاشَيء. وَالطَّاقَة الكُليّة الَّتي تُمثّلُهَا هَذِه الجُسيْمَات " الافتِراضيَّة"، مِثْل الأَنْواع الأُخْرَى مِن الطَّاقَة، يُمْكِن أنْ يَنْتُج مِنْهَا قُوّة تثاقُليّة. وَهذِه القُوَّة قَدْ تكُون جَاذِبَة أوْ طَارِدَة، وَيُعتمِد ذَلكَ عَلَى مَبادِئ فِيزيَائيّة لم تُفْهَم بَعْد.

وتمكَّنَ عُلماءُ الكَوْنِ منْ تحْديدِ العديدِ مِنْ خواصّ الكوْنِ، وهِيَ :

1 – التَّجانُسيةُ Homogeneity :

وهذا يَعني أنَّ المادةَ تَنتشِرُ فيهِ بتَجانُسٍ دُونَ أنْ يوجدَ ضِمنَهُ فضاءاتٌ واسعةٌ أو تَجمُّعاتٌ مادِّيَّةٌ ضخْمةٌ في مَواضِعَ دونَ أُخْرى.





مُقارَنة لِلتجانُسيَّةِ في الكوْنِ

2 - تَوحُّد الخواصّ Isotrope :

فالمَجرَّاتُ مُوزَّعةٌ في أرْجائِهِ ومُتحرِّكَةٌ بِسُرعاتٍ مُخْتلِفَةٍ. إلاَّ أنّها مُوزَّعَةٌ وتتحرَّكُ بِأسلوبٍ مُتجانِسٍ لَطيفٍ. عِلْماً أنَّ كافَّةَ السُّرعاتِ لأجرامِ الكَوْنِ هيَ سُرعاتٌ تمدُّديَّةٌ.

3 – الاستقلاليَّةُ Incoherence :

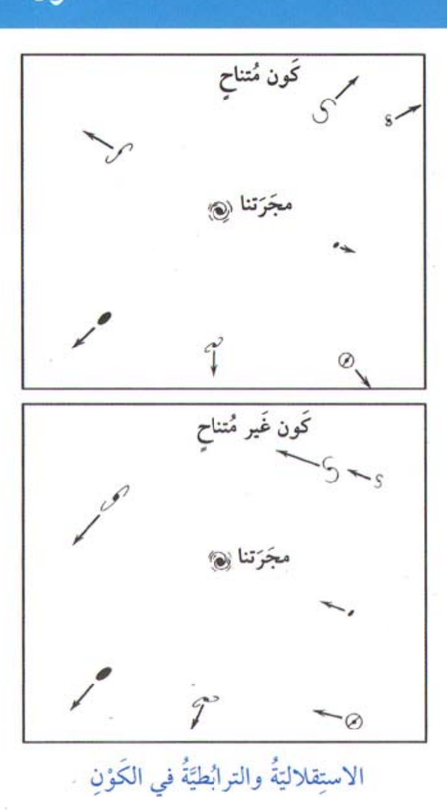
أيْ إنَّ أجزاءَ الكَونِ المختلِفَةَ مسْتقلَّةٌ في حوادِثها عنْ حوادِثِ الأجْزاءِ الأُخْرى، ما عدا الضَّوءَ والجاذبيَّةَ فهيَ ليْستْ مُرتبطةً مع بَعْضِها بالضَّغْطِ مِثلَ الأجْسامِ الصُّلبَةِ أو الغازيَّةِ، وأيُّ تأثيرٍ لَها هُوَ تأثيرٌ محليٌّ. والاضطرابُ هُوَ إحْساسٌ محَليٌّ أيْضاً.

إنَّ المُفارَقةَ الكُبرى في عِلْمِ الكَوْنِ هِيَ شِبهُ التَّجانسِ فيه. إنَّ هَذا الانْتظامَ مُسْتحيل في كَوْن تَوسَّعَ نَتيجَةَ الانْفِجارِ الأعْظَمِ العَاديِّ (الجزء الأعلى من الرسم). قَبْلَ بَلايينِ السِّنين، بَدأتْ مَجرَّتانِ-تقَعانِ في طَرفَيْنِ مُتَقابِلين مِنَ السَّماءِ-إشْعاعَهُما. وَعَلى الرَّغْمِ مِنْ أنَّ الكَوْنَ كانَ في حَالَةِ تَوسُّعٍ، فَقَد تَمكَّنَ الضَّوءُ مِنْ تَجاوُزِ المَجرَّاتِ الأُخْرى وَمِنَ الوُصولِ إلَيْنا في مَجَرَّةِ دَرْبِ التَّبانَة. إنَّ الإنْسان الذَّي يَرْصُدُ المَجرَّاتِ بِوَساطَةِ المِقْراب، لاحَظَ أنَّ هَاتَيْنِ المَجَرَّتَيْنِ تَبدوان مُتَماثِلين، مَعَ أنَّ الضَّوءَ المُنْطلِقَ مِنْ أيٍّ مِنْهُما لَمْ يَصلْ بَعدُ إلى الأُخْرى.

توسع الانفجار الأعظم

التوسع التضخمي

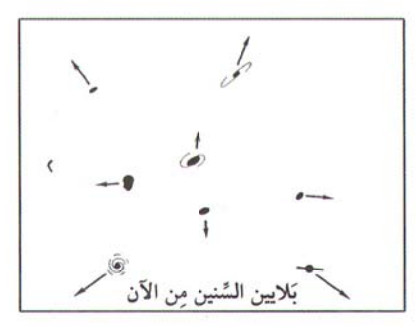
فَكَيْفَ اسْتطاعَتِ المَجَرَّتانِ جَعْلَ مَظْهَرِيهما مُتَماثِلين مِنْ دونِ أنْ تَكونَ إحْداهُما قَدْ رَأَتِ الأُخرى؟ يُقدِّمُ التَّضخُّمُ الإجابةَ عَنْ ذلِكَ (الجزء الأسفل من الرسم)، فَفي أوَّلِ جزءٍ مِنْ ثانيةٍ انْقَضَتْ مِنَ التَّاريخِ الكَوْنيِّ، كانَت أسْلافُ المَجرَّاتِ مُتَلامِسَةً، ثُمَّ تَمدَّدَ الكَوْنُ بِمُعدَّلٍ مُتَسارِعٍ مُباعِداً فيما بَيْنَها بِسُرعةٍ تَفوقُ سُرْعَةَ الضَّوءِ، وَمُنْذئِذٍ، أصْبَحَت كُلُّ مَجَرَّةٍ غيرَ قادرَةٍ عَلى رُؤْيَةِ المَجرَّاتِ الأُخْرى. وعِنْدَما انْتَهى التَّضخُّم، بَدَأ الضَّوءُ بِتجاوزِها ثانيةً، وبَعْدَ بَلايين السِّنينَ سَوفَ تَعودُ المَجرَّاتُ إلى التَّواصُلِ ثانيةً.

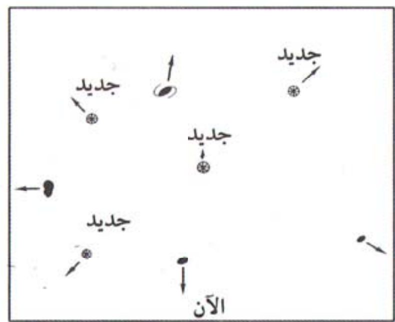


الاستِقلاليّةُ والترابُطيّةُ في الكَوْنِ.

4 – التَّماثُليَّةُ Uniformity :

لقَدْ افْتَرضَ العُلَماءُ أنَّ الكَوْنَ مُتماثِلٌ ومُتجانِسٌ في خَواصِّهِ، وعَلى درجَةٍ واسِعةٍ جِداً مِنَ المسافاتِ. والمَجرَّاتُ مُخْتلفَةٌ بطَريقَةٍ غيرِ أساسيَّةٍ عنْ تلْكَ التي نقيسُها في جِوارِنا، أيْ أنَّ اختِلافاتِها سَطحيَّةٌ وخواصُّها مُماثلَةٌ لِتلكَ الموجودَةِ بجوارِ مَجرَّتِنا.



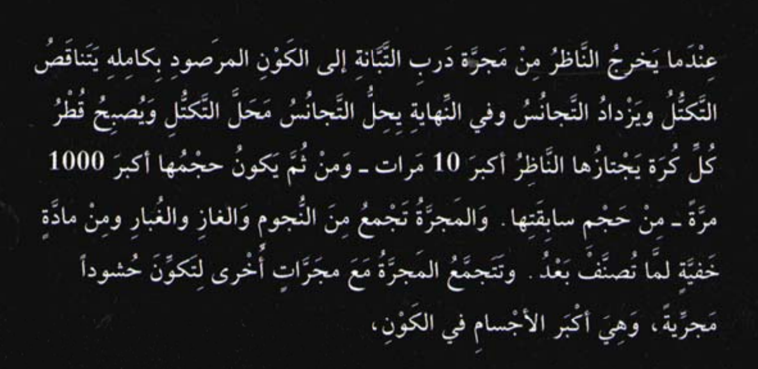


السُّرعاتُ التَّناظُريَّةُ في الكَوْنِ.



البُنى ذَات المَقَاييس

كون مقياسه
10^{10} سنة ضوئية



عِنْدَما يَخرجُ النَّاظِرُ مِنْ مَجرَّة دَربِ التَّبانة إلى الكَوْنِ المرَصودِ بِكامِلِه يَتناقَصُ التَّكتُّلُ ويَزْدادُ التَّجانُسُ وفي النِّهايةِ يحِلُّ التَّجانُسُ مَحَلَّ التَّكتُّلِ ويُصبِحُ قُطْرُ كُلِّ كُرَة يَجْتازُها النَّاظِرُ أكبرَ 10 مَرات ـ وَمِنْ ثُمَّ يكونُ حجْمُها أكبرَ 1000 مرَّةٍ ـ مِنْ حَجْمِ سابِقَتِها. وَالمَجرَّةُ تَجْمعُ مِنَ النُّجوم وَالغازِ والغُبارِ ومِنْ مادَّةٍ خَفِيَّة لمَّا تُصنَّفْ بَعْدُ. وتَتجمَّعُ المَجرَّةُ مَعَ مَجرَّاتٍ أُخْرى لِتكوِّنَ حُشوداً مَجرِّيَةً، وَهِيَ أكْبرُ الأجْسامِ في الكَوْنِ،



اسوار وفجوات مقياسها
10^{9} سنة ضوئية

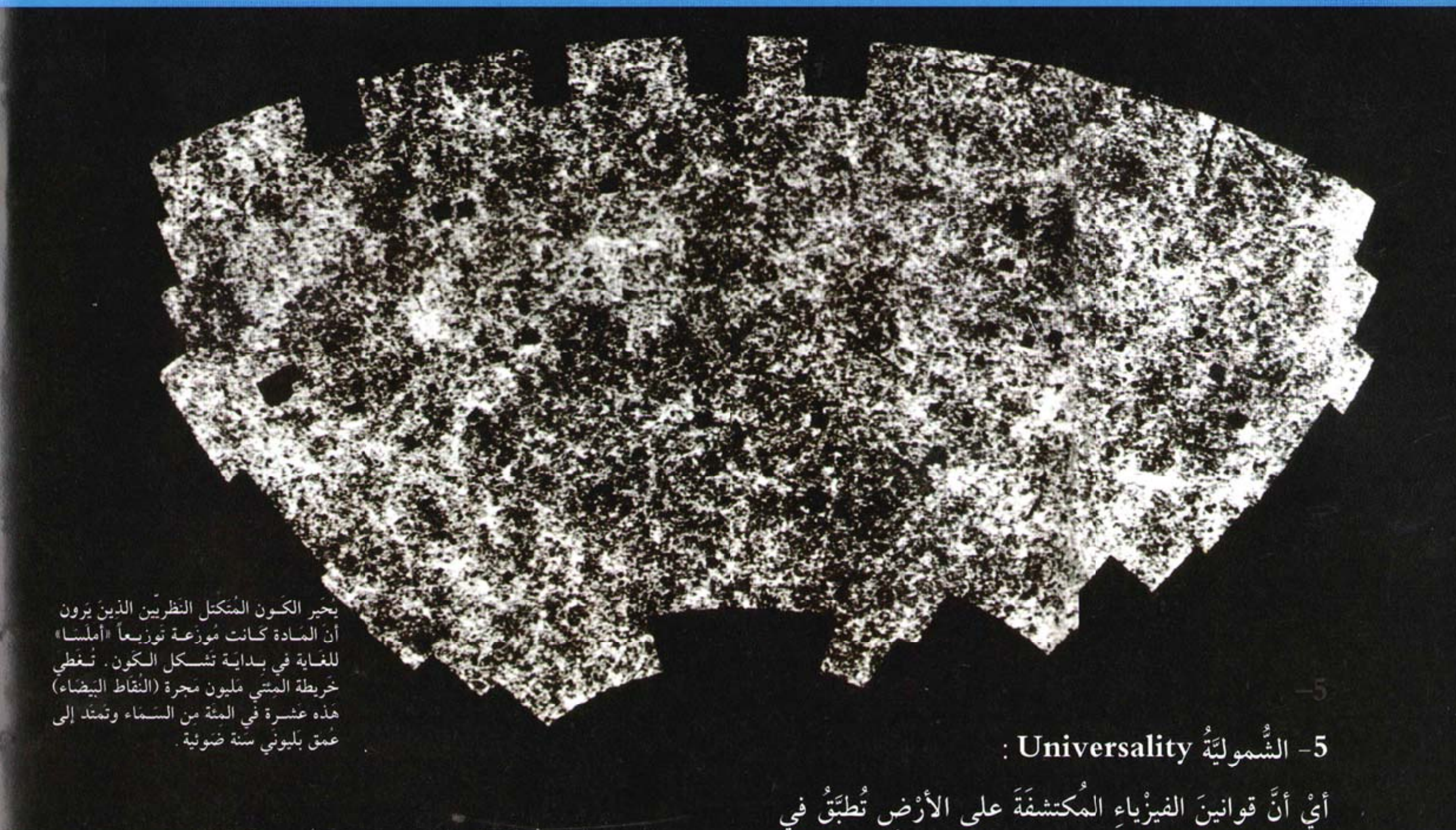
حشد مجري فائق مقياسه
10^{8} سنة ضوئية

الكَبيرَة في الكَون



وتَعْمل قُوى الثَّقالةِ عَلى بَقائِها مَعاً، وهَذه الحُشودُ تَتَجَمَّعُ بِدورِها مَعاً لِتُكَوِّنَ حُشوداً فائِقَةً وأسْواراً تَفْصِلُ بَيْنَها فَجواتٌ مِنْ فَضاءٍ مَجريٍّ خَاوٍ تَقْريباً.

وَحتَّى مِقياسٍ مُعَيَّنٍ، يُظَنُّ أنَّه قُرابَةُ 100 مليون سنةٍ ضَوْئيَّةٍ، تشكلُ هذهِ البُنى المُتَزايدةُ في الكِبرِ نَمَطاً فركتلياً - أي أنَّها تَتكتَّل بدرَجةٍ واحِدَةٍ في أيِّ مِقياسٍ، لَكِنْ بَينَ هَذا المِقْياسِ وحَجْمِ الكَوْنِ القَابلِ لِلرَّصدِ تَتَناقصُ دَرجةُ التَّكتُّلِ ويَزْدادُ التَّجانُسُ.



يُحَيِّر الكَون المُتكتل النَظريين الذين يَرون أنَ المَادة كَانت مُوزَعة تَوزيعاً «أملَساً» للغَاية في بِدايَة تَشكل الكَون. تُغَطي خَريطة المِئتي مَليون مَجرة (النُقَاط البَيضَاء) هَذه عَشرة في المِئة مِن السَمَاء وتَمتَد إلى عُمق بَليوني سَنة ضَوئية.

5- الشُّموليَّةُ **Universality** :

أيْ أنَّ قوانينَ الفيزْياءِ المُكتشفَةَ على الأرْضِ تُطبَّقُ في كلِّ أرجاءِ الكَوْنِ، أو في أيِّ جزءٍ منْهُ.

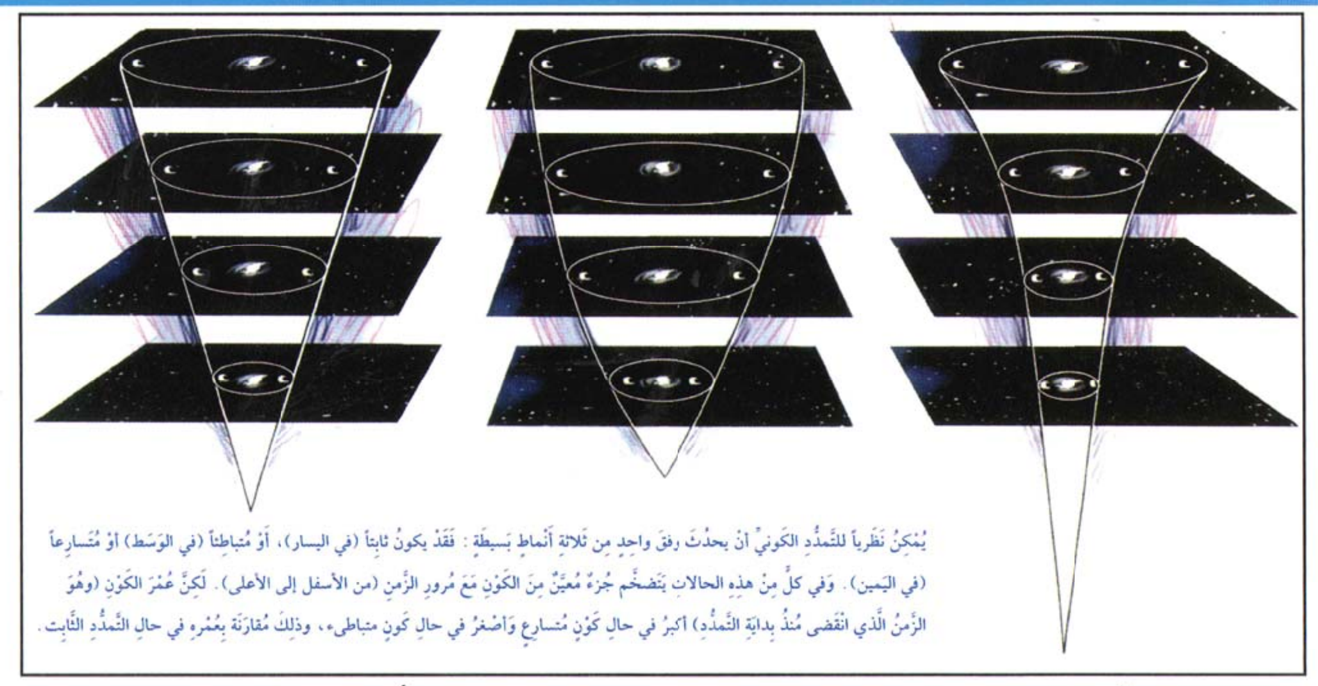
عُمرُ الكَوْنِ

وضَعَ إدوين هابل علاقَةً يُعبِّرُ فيها عنْ نِسْبةِ سُرعَةِ تراجُع المَجرَّةِ عنْ مَجرَّتنا إلى بُعْدها عَنْ مجرَّتنا وأطْلقَ على هَذِهِ النِّسبةِ اسْمَ (ثابت هابِل) الذي يُحدِّدُ مدى السُّرْعةِ التي يتمدَّدُ بها الكوْنُ حولَ أيِّ راصدٍ في الكوْنِ وليْس حولَنا وحْدَنا.

إنَّ قيمة (ثابت هابل) **Hubble constant** تَدُلُّ على عُمْرِ الكوْنِ وتَطَوُّرِهِ ومَصيرِهِ. فالقيمَةُ المُنخفِضةُ (ثابت هابل) تَعْني كوْناً هَرِماً، في حين تدُلُّ القيمُ العاليةُ عَنْ كَوْنٍ فتيٍّ.

وقيمَةُ (100 كم /ثا/ ميغابارسك)، مثلاً، (لثابت هابل) تَعْني أنَّ عُمرَ الكَوْنِ يُراوِحُ بينَ (5 .6 ـ 5 .8) بليون سنة [اعتماداً على كميَّةِ الماء في الكَوْنِ] والتَّباطُؤ المُقابِلِ الذي تُسبَّبه هذِهِ المادة. أمّا قيمةُ (50كم /ثا/ ميغابارسك) فتقترحُ عُمراً كَوْنياً يُراوِحُ بين (13 ـ 5 .16) بليون سنة.

نَكشِفُ مجرَّةُ الأندروميدا الحلزونيَّةُ وجود المادَّةِ المُعتمةِ بِحرَكَةِ ذِراعَيْها الخارِجيتَيْنِ، اللتيْنِ تَدورانِ حَولَ مَرْكزِ المَجرَّةِ بِأسْرعِ مِمَّا يتوقَّعُ لوْ أنَّ المادَّةَ المُضيئةَ المرْئيةَ في المَجرَّةِ تُمثِّلُ مُعْظم كتلتها، وهُناكَ من الكِتلَةِ كميةٌ أكبرُ بعشرِ مرَّاتٍ تَقْريباً مُوزَّعةٌ على الأرْجحِ في كُرَةٍ ضَخْمةٍ من المادَّةِ الخفيةِ تَغْمرُ المجرَّةُ المُضيئةُ.



يُمْكِنُ نَظرياً للتَّمدُّدِ الكَونيِّ أنْ يحدُثَ وِفقَ واحِدٍ من ثلاثةِ أنماطٍ بَسيطَةٍ : فَقَدْ يكونُ ثابتاً (في اليسار)، أَوْ مُتباطِئاً (في الوَسَط) أوْ مُتَسارِعاً (في اليَمين). وَفي كلٍّ مِنْ هذِهِ الحالاتِ يَتضخَّم جُزءٌ مُعيَّنٌ مِنَ الكَوْنِ مَعَ مُرورِ الزَّمنِ (من الأسفل إلى الأعلى). لَكِنَّ عُمْرَ الكَوْنِ (وهُوَ الزَّمنُ الَّذي انْقَضى مُنذُ بِدايَةِ التَّمدُّدِ) أكبرُ في حالِ كَوْنٍ مُتسارِعٍ وَأصْغرُ في حالِ كَونٍ متباطىء، وذلِكَ مُقارَنَةً بِعُمْرِهِ في حالِ التَّمدُّدِ الثَّابت.

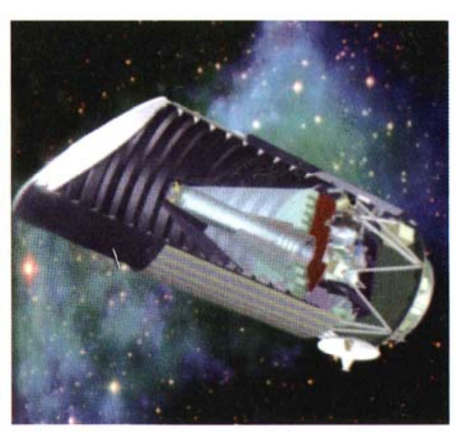
وهُناكَ طريقةٌ أُخرى لِمعْرِفةِ عُمرِ الكَوْنِ تعْتَمِدُ تقديرَ معدَلِ توسُّعِ الكوْنِ من خِلالِ الكثافَةِ الوسطِيَّةِ لَهُ. وهذا مُمْكِنٌ لأنَّ الثقّالةَ تؤثِّرُ بقوةٍ تُقاومُ التَّوسُّعَ، فالمَجرَّاتُ تَتباعَدُ الآن فيما بَيْنها بِبُطءٍ أكثرَ مِمَّا كانَتْ تفعلُ في الماضي. فمعدَّلُ التَّغييرِ في توسُّعِ الكَوْنِ يتعلَّقُ بِكثافَتِهِ الوَسطِيَّةِ. فإذا كانَتْ هَذِهِ الكثافَةُ هيَ فقطْ كثافةُ المادَّةِ المرئِيَّةِ في المجرَّاتِ وفيما حَوْلها. فعَلى الأرْجحِ يكونُ عمرُ الكَوْنِ بين (10 ـ 15 بليون سنة).

ويَعتقدُ الكثيرُ من الباحِثينَ أنَّ كثافَةَ الكَوْنِ هيَ أكبرُ مِنْ هذِهِ القيمَةِ الدُّنْيا. وقدْ يكونُ ما يُسَمى المادَّةَ المُعْتِمَةَ (الخَفِيَّةَ) سَبَبَ هذا الفرْقِ. وثَمَّةَ فِكْرةٌ مدْعومةٌ بِشدَّةٍ تقولُ بأنَّ كثافَةَ الكَوْنِ تَكْفي تَماماً في المُستقْبلِ البعيدِ كي يتَباطأ توسُّع الكَوْنِ إلى أن يبلُغَ سُرْعةَ توسُّعٍ تُقارِبُ الصِّفْرَ. وبهذا الافْتِراضِ يكونُ عُمرُ الكوْنِ ما بَيْنَ (7 ـ 13) بليون سنة، ولعَلَّ أكثَرَ رقم يعْتَمِدهُ العُلماءُ حالياً لِلكَوْنِ هو (13.7 بليون سنة) اعتِماداً على الأرْصادِ الحديثَةِ مِنَ التِلسكوباتِ الفضائِيَّةِ الأرضِيَّةِ.

المَادَةُ المُعتِمَةُ (الخَفيَّةُ) في الكَونِ

ليسَ الكوْنُ منْ حوْلِنا على الحالِ الَّتي يظْهرُها لَنا، فالنُّجومُ تُشكِّلُ أقلَّ مِنْ (1%) مِنْ كُتْلَتِهِ، ويُشَكِّلُ الغازُ المُتخَلْخِلُ برُمَّتِهِ معَ أشْكالِ المادّةِ العاديَّةِ الأُخْرى أقلَّ من (5%) مِنْ مادةٍ مجْهوَلةٍ.

إنَّ كُلَّ ما نعرفُهُ بِشكلٍ جوهَريٍّ هوَ أنَّ المادَّةَ المعتِمَةَ Dark matter تتكَتَّلُ معاً مُوفِّرَةً مُرْتكزاً ثقاليّاً منَ الجُسَيْماتِ لِلبُنى الأكبر، مثلَ الحشودِ المجَرِيَّةِ. لكنَّ المُؤكَّدَ تقْريباً هُوَ أنَّها تتكوَّنُ مِنْ نَوْعٍ مِنَ الجُسَيْماتِ الأوليَّةِ غيْرِ المُكْتشفَةِ حتَّى الآنَ. والطَّاقَةُ المُعتِمةُ هِيَ جزءٌ مُنفصلٌ لمْ يَظْهرْ في المشْهَدِ إلاَّ منذُ عام 1998م. إنَّها مُنتشِرةٌ في الفضاءِ بِشكْلٍ مُتجانسٍ، وتُبْدي ضَغطاً سالِباً، وتسَبِّبُ تَسارُعَ تَوسُّعِ الكَوْنِ.



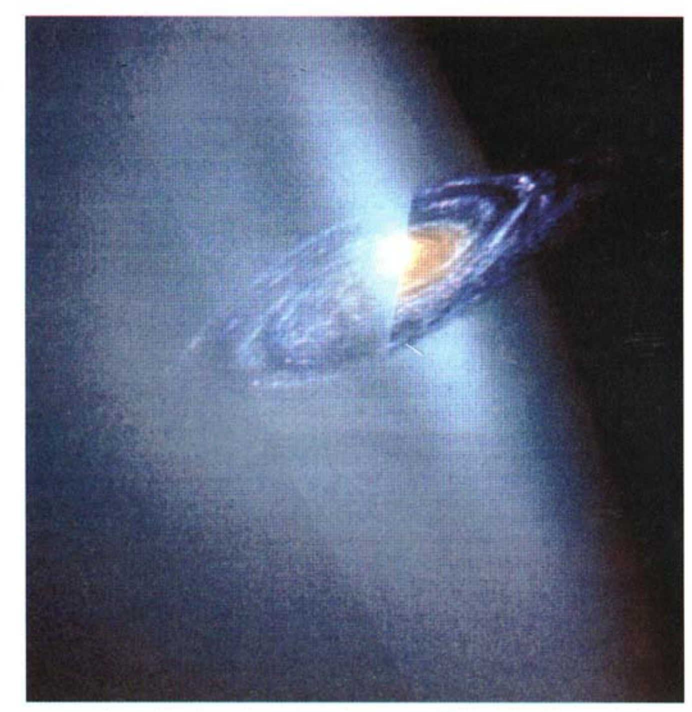
يقومُ عُلَماءُ فيزياءٍ وفَلَكٍ ومُهَنْدِسونَ لدى (مُخْتبراتِ بيركلي) بِتَطويرِ سَابِرٍ فضائِيٍّ لِدراسَةِ تَسارُعِ تَمدُّدِ المسْتَعِرَاتِ العُظْمى أو اختِصاراً SNAP ويشْمَلُ هَذا السَابِر على تِلسكوبٍ عاكِسٍ بِقُطرِ مِتريْنِ لهُ ثلاثُ مَرايا يتُّمُ وضعُهُ في مدَارٍ في عُمْقِ الفَضاءِ لِلعُثورِ على آلافِ المُستعْراتِ العُظْمى Supernova ولدِراسَتِها سَنويّاً. ومِنْ شَأنِ هذِهِ القياساتِ أنْ تُوَفِّرَ مَعْلوماتٍ كثيفَةً لِتَحديدِ حَقيقَةِ المادَّةِ المُعْتِمةِ وبِالتالي مَصيرِ الكَوْنِ.

الْكَازاراتِ (الكويزارات)

فِي عَامِ 1960م، تَمَّ اكْتِشَافُ سَدِيمٍ شَدِيدِ التَّوَهُّجِ، بَاهِرِ النُّورِ، فِي مكَانٍ سَحِيقِ الْبُعْدِ مِنَ الْكَوْنِ، وَظُنَّ يَوْمَهَا أَنَّهُ إِحْدَى الْمَجَرَّاتِ الْقَصِيَّةِ.

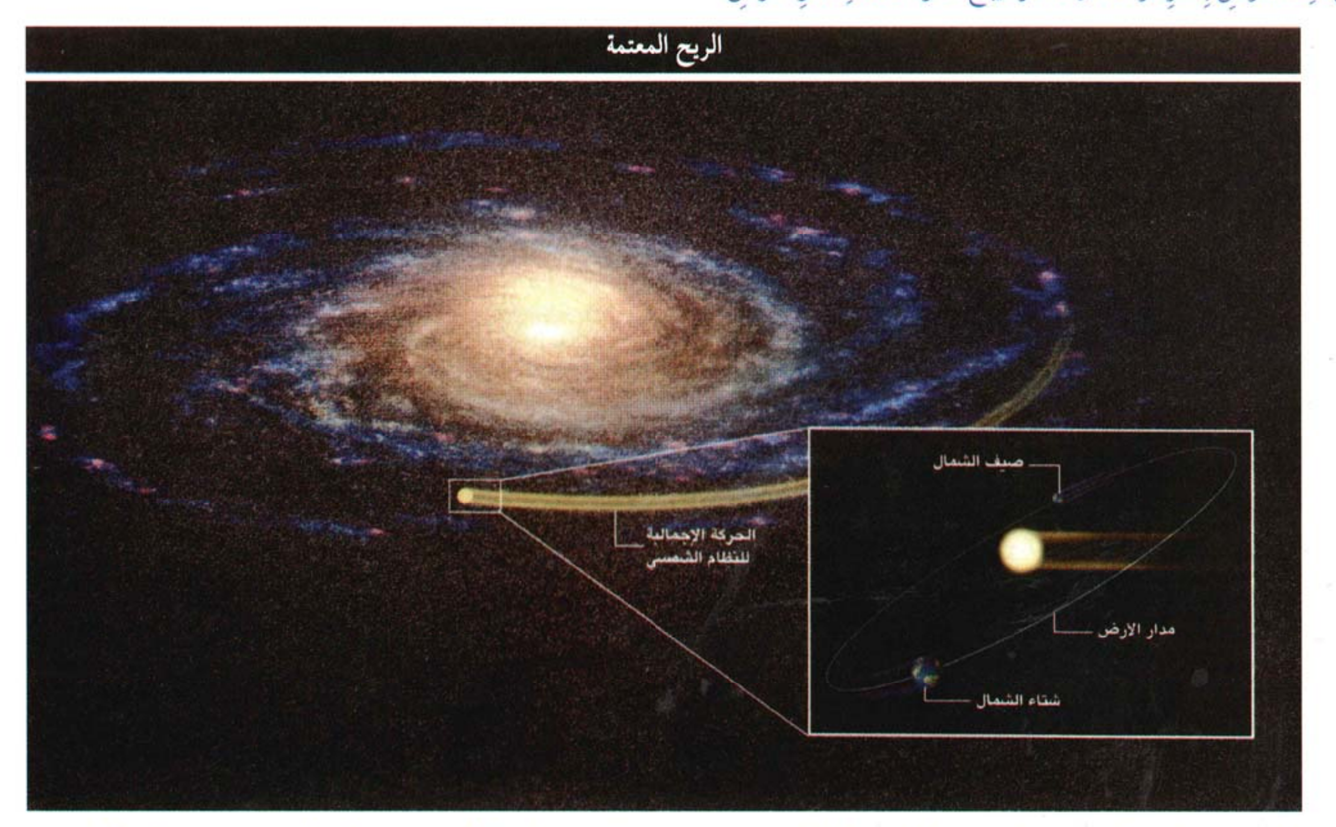
وَلَمَّا قَامَ الْفَلَكِيَّانُ الأَمِيرِكِيَّانُ (توماس ماتيوس) وَ(آلِن سانديج) الْعَامِلانِ فِي مَرْصَدِ (كالتِتش) بِرَصْدِ ذَلِكَ السَّدِيمِ، اكْتَشَفَا بِالإِضَافَةِ إِلَيْهِ ثَلاثَةَ سُدُمٍ أُخْرَى مُشَابِهَةٍ لَهُ، إِلاَّ أَنَّهُمَا لاحَظَا أَنَّ طَبِيعَتَهَا تَخْتَلِفُ عَنْ طَبِيعَةِ الْمَجَرَّاتِ شَكْلاً وَنُوراً، وَأَطْلَقَا عَلَيْهَا اسْمَ (الكازارات) أَوْ (الكويزارات) **Quasar**.

وَعِنْدَمَا قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (جيس. ل. غرينتشاين)، مُدِيرُ مَرْصَدِ (كالتِتش) وَالْمُشْرِفُ عَلَى قِسْمِ الْفَلَكِ فِيهِ، بِرَصْدِ تِلْكَ الْكَازاراتِ، وَبِدِرَاسَةِ نُورِهَا، تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ نُورَهَا يَبْلُغُ مَرْتَبَةَ (مَا فَوْقَ الْبَنَفْسَجِيِّ) لِشِدَّةِ سُطُوعِهِ الْمُقَدَّرِ بِنُورِ أَلْفِ



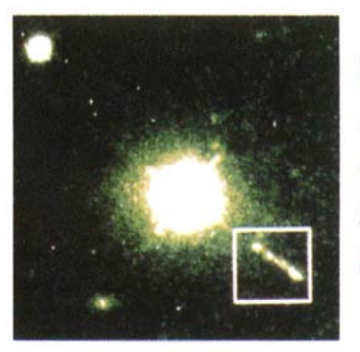
لوِ اسْتَطَعنا رُؤيَةُ المادَّةِ المُعْتمةِ، لَبدَتْ مجرَّةُ دربَ التَّبانةِ مكاناً مُخْتَلِفاً تَماماً، فالقُرْصُ الحَلزونيَ حيْثُ تستقِرُّ مُعظمُ النُّجومِ. سَيَكونُ مُلْتفاً بِضبابٍ كَثيفٍ مِنْ جُسَيْماتِ المادَّةِ المُعْتِمَةِ. ويعْتَقِدُ الفَلَكيُّونَ أنَّ الضَبابَ المُعتمَ أكْثَرُ مِن ذلِكَ القُرْصِ بِعشرِ مرّات، وأنَّ قطرَهُ يبلُغُ عشرَةَ أضْعافِ قُطْرِ القُرْصِ.

الريح المعتمة



مِثْلَمَا يَشعرُ راكبو الدَّراجات النَّاريَّةِ بِالرِّيحِ تصفَعُ وجوهَهُم، نُصْفَعُ نَحْنُ عَلَى كَوكَبِ الأرْضِ بريحٍ أماميَّةٍ مِنَ المادَّةِ المعتمةِ. إنَّ المادَّةَ المُعْتمةَ هِيَ أساساً غازٌ راكِدٌ **Stagnant** ـ جُسيماتٌ تتحرَّكُ عَشْوائِياً وَلا تَمتَلِكُ حَرَكَةً مُنْتظمَةً ـ وَنِظامُنا الشَّمْسيُّ يَمْخرُ عَبر هَذِهِ المادَّةِ بِسرْعةِ 220 كيلو متراً في الثَّانيةِ. وَضمْنَ النِّظامِ الشَّمْسيِّ تَدورُ الأرضُ بِسرعَةِ 30 كيلو متراً في الثَّانِيةِ، ولَدى أخْذِ انْحرافِ المَدار في الحُسْبان، تكونُ للرِّيحِ الأَماميَّةِ سرعةٌ صَافِيةٌ تُساوي 225 كيلو متراً في الثَّانيَةِ في صَيفِ الشَّمالِ و 205 كيلو مترات في الثَّانيَةِ في الشّتاءِ. إنَّ هَذا التَّغيرَ يُميِّزُ المادَّةَ المعْتِمةَ مِنَ الضَّجيجِ الَّذي لا يَتَغيَّر مَعَ الفُصولِ.

مِلْيُونِ شَمْسٍ مِنْ شَمْسِنَا. وَعِنْدَمَا قَامَ بِتَحْلِيلِ ذَلِكَ النُّورِ إِلَى خُطُوطِ طَيْفٍ، وَقَارَنَهَا مَعَ خُطُوطِ طَيْفِ النُّجُومِ وَالْمَجَرَّاتِ، تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ خُطُوطَ طَيْفِ الْكَازاراتِ لا تُشْبِهُ خُطُوطَ طَيْفِ أَيِّ جُرْمٍ سَمَاوِيٍّ مُشِعٍّ سَبَقَ تَحْلِيلُهُ وَالتَّعَرُّفُ إِلَيْهِ، وَأَقَرَّ بِأَنَّهَا أَجْرَامٌ كَوْنِيَّةٌ مِنْ نَوْعٍ جَدِيدٍ وَخَاصٍّ، وَأَنَّهَا أَبْعَدُ مَا بَلَغَتْهُ الْمَرَاصِدُ الْفَلَكِيَّةُ حَتَّى ذَلِكَ الْحِينِ، إِذْ تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّهَا تَقَعُ عَلَى بُعْدٍ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (2 – 16) مِلْيار سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.



الكازار 3C273 ، هو الأقربُ إلينا عَلَى مَسَافةِ مِلْيَاريْ سَنَة ضَوْئيَّة، وَ هُو الأوَّل الَّذي اسْتَطَاعَ العُلَماء قِيَاسَ بُعدِهِ مِنْ دِرَاسةِ طَيْفِهِ، وَتُظهِرُ الصُّورَة الَّتي التُقِطَهَا هَابل دَفْقاً مِنَ المَادَّة سَرِيعاً مُنبثِقاً مِنَ نَوَاتِه.

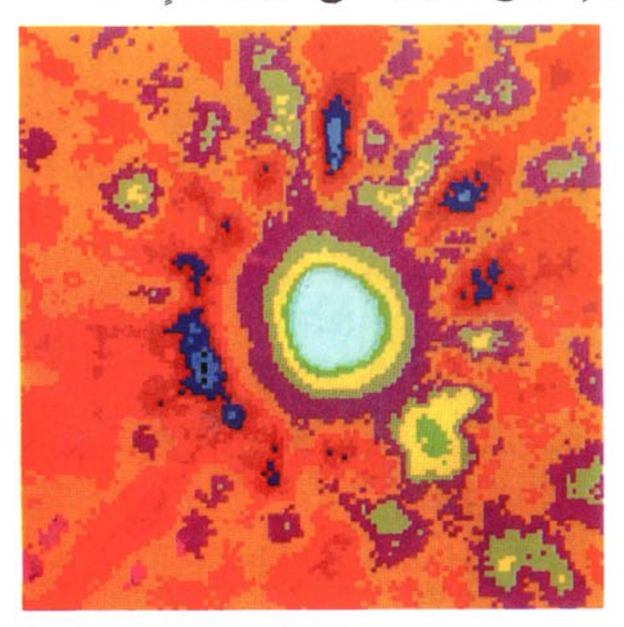
وَفِي مَطْلَعِ عَامِ 1963م، اِسْتَطَاعَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ الْهُولَنْدِيُّ الْمَوْلِدِ (مارتن شْميدت)، وَالْعَامِلُ فِي مَرْصَدِ (كالتِتش) فِي (الْولاياتِ الْمُتَّحِدَةِ)، أَنْ يَكْتَشِفَ كَازاراً جَدِيداً كَانَ خَامِسَ كَازارٍ قَدْ أُكْتُشِفَ فِي حِينِهِ، وَكَانَ أَكْثَرَ تَأَلُّقاً مِمَّا سَبَقَ، وَدَعَاهُ الْكَازارُ (3C 273). وَعِنْدَمَا قَامَ بِتَحْلِيلِ نُورِهِ إِلَى خُطُوطٍ طَيْفِيَّةٍ، تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّهُ يَضُمُّ (6) خُطُوطٍ طَيْفِيَّةٍ مِنْهَا (4) خُطُوطٍ تَدُلُّ عَلَى وُجُودِ (الْهيدروجين) فِي الْكَازاراتِ، أَمَّا الْخَطُّ الْخَامِسُ فَيَدُلُّ عَلَى وُجُودِ (الأوكسيجين) فِيهَا، وَالْخَطُّ السَّادِسُ كَانَ يُشِيرُ إِلَى وُجُودِ (الْمَغْنيسيُوم) فِيهَا.

وَفِي شَهْرِ آذارَ مِنْ عَامِ 1963م، حَاوَلَ الْعَامِلُونَ مِنْ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ فِي مَرْصَدِ (كالتِتش) تَحْدِيدَ أَبْعَادِ بَعْضِ الْكَازاراتِ عَنَّا، فَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّ الْكَازارَ (3C 273) يَبْعُدُ عَنَّا بِمِقْدَارِ (2000) مِلْيُونِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، أَيْ (2) مِلْيَارَيْ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ. وَأَن الْكَازار (3C 48) يَبْعُدُ عَنَّا بِمِقْدَارِ (4000) مِلْيُونِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ أَيْ مَا يُعَادِلُ (4) مِلْيَاراتٍ مِنَ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةِ.

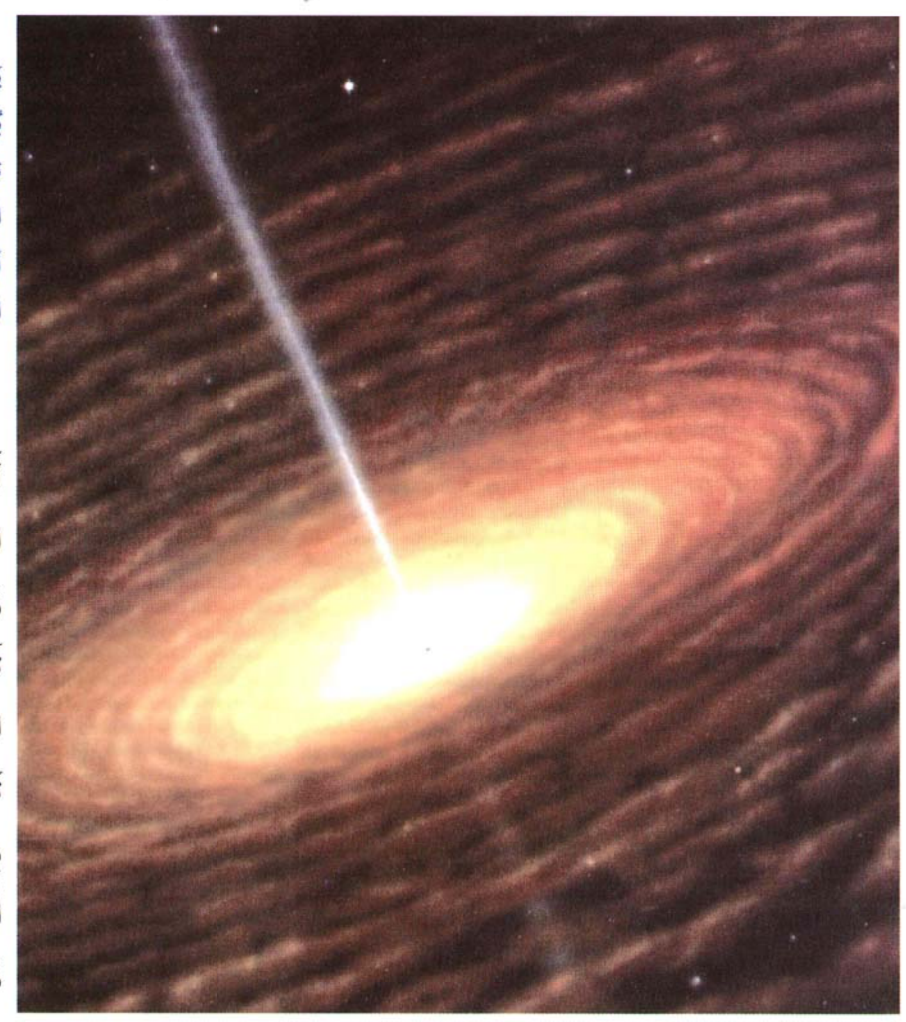
وَفِي عَامِ 1967م، تَمَّ اكْتِشَافُ (5) كازاراتٍ جَدِيدَةٍ، وَتَبَيَّنَ أَنَّ أَحَدَهَا - وَهُوَ الْكَازارُ (3C 9) - يَبْعُدُ عَنَّا مَسَافَةً تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (8 - 10) مِلْيَاراتٍ مِنَ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةِ، أَيْ (8000 - 10000) مِلْيُونِ سَنَةٍ.

وَعِنْدَمَا دُرِسَتْ سُرْعَةُ ابْتِعَادِهِ عَنْ غَيْرِهِ مِنَ الْكَازاراتِ وَالْمَجَرَّاتِ، تَبَيَّنَ أَنَّهُ يَبْتَعِدُ عَنْهَا بِسُرْعَةِ (240.000) كم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (80 %) مِنْ سُرْعَةِ الضَّوْءِ. وَلَمَّا دُرِسَتْ كُتْلَتُهُ، تَبَيَّنَ أَنَّهَا تُعَادِلُ (1–3 %) مِنْ كُتْلَةِ الْمَجَرَّةِ. أَمَّا نُورُهُ فَيَزِيدُ بِمِقْدَارِ (100) مَرَّةٍ عَنْ نُورِ أَكْثَرِ الْمَجَرَّاتِ لَمَعَاناً وَسُطُوعاً.

وَقَدْ ظَلَّ أَمْرُ (الْكَازاراتِ) لُغْزاً مُحَيِّراً وَمُسْتَعْصِياً حَلُّهُ حَتَّى عَامَ 1976م، حِينَ تَوَصَّلَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (جيروم كريستيان)- بَعْدَ الدِّرَاسَاتِ وَالْمُرَاقَبَاتِ الَّتِي قَامَ بِهَا وَالْمُتَعَلِّقَةِ بِالْكَازاراتِ - إِلَى مَعْرِفَةِ أَنَّهَا نَوْعٌ خَاصٌّ مِنَ الْمَجَرَّاتِ، وَأَنَّ الاخْتِلافَ بَيْنَهُمَا يَكْمُنُ فِي أَنَّ الْكَازاراتِ سَحِيقَةُ الْبُعْدِ عَنَّا، وَأَنَّ مَرْكَزَهَا يَشِعُّ بَرِيقاً أَخَّاذاً، يَشْتَدُّ تَارَةً، وَيَضْعُفُ تَارَةً أُخْرَى خِلالَ فَتَرَاتٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ عِدَّةِ أَسَابِيعَ أَوْ عِدَّةِ شُهُورٍ أَحْيَاناً.



صورة لِلْكازار (3C 273) بالأشعَةِ السِّينِيَّة ، حيثُ يَدلُّ اللَّون الأزرَق عَلَى أَشَدِّهاَ كَثَافةً، ثُمَّ الأخضر، ثُمَّ الأصفر.



يَتوهج الكازار المتألّق كأنّه قُرصٌ غازيّ يَسِيرُ بُسرعَة مُلتَفّاً كالدوامَة حَولَ ثَقب أسودَ يَحوي كِتلة تعادِل بَليون كِتلَة الشّمْس. ويَقُوم السّاتلان الفَلكيّان الحسَّاسَان للأَشعة السّينية وأشِعَّة غَامَا، وهِيَ أقوَى أشكال الإشعَاع، بكشْف السرّ الّذي يُحيطُ بهذِه الظّواهِر الفَلكيّة.

وَيُجْمِعُ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ الْيَوْمَ تَقْرِيباً عَلَى أَنَّ الْكازاراتِ هِيَ نَوْعٌ فَرِيدٌ مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْقَابِعَةِ فِي أَقَاصِي الْكَوْنِ الَّذِي أَمْكَنَ رَصْدُهُ حَتَّى الْيَوْمِ ، وَأَنَّهُ يَتَوَسَّطُ كُلاًّ مِنْهَا ثَقْبٌ أَسْوَدُ خَلَّفَهُ انْفِجَارٌ نَجْمِيٌّ فِي مَرْكَزِ الْمَجَرَّة، وَأَنَّ ذَلِكَ الثَّقْب يَتَمَتَّعُ بِجَاذِبِيَّةٍ تَفُوقُ جَاذِبِيَّةَ الشَّمْسِ بِمِقْدارِ (5000) مِلْيُونِ مَرَّةٍ، وَأَنَّ قُوَّةَ الْجَذْبِ تِلْكَ هِيَ الَّتِي تُسَبِّبُ انْدِفَاعَ نُجُوم الْمَجَرَّةِ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ نَحْوَ ذَلِكَ الثَّقْبِ لِتَدْخُلَهُ وَلِتَمُوتَ فِيه، وَأَنَّ اشْتِدادَ التَّوَهُّجِ أَوْ ضَعْفَهُ، الَّذي لُوحِظَ فِي مَرْكَزِ الْكازاراتِ، نَاجِمٌ عَنِ التَّفَاوُتِ فِي عَدَدِ النُّجُومِ الَّتِي تَتَزاحَمُ مُتَسَابِقَةً لِوُلُوجِ ذَلِكَ الثَّقْبِ الأَسْوَدِ.

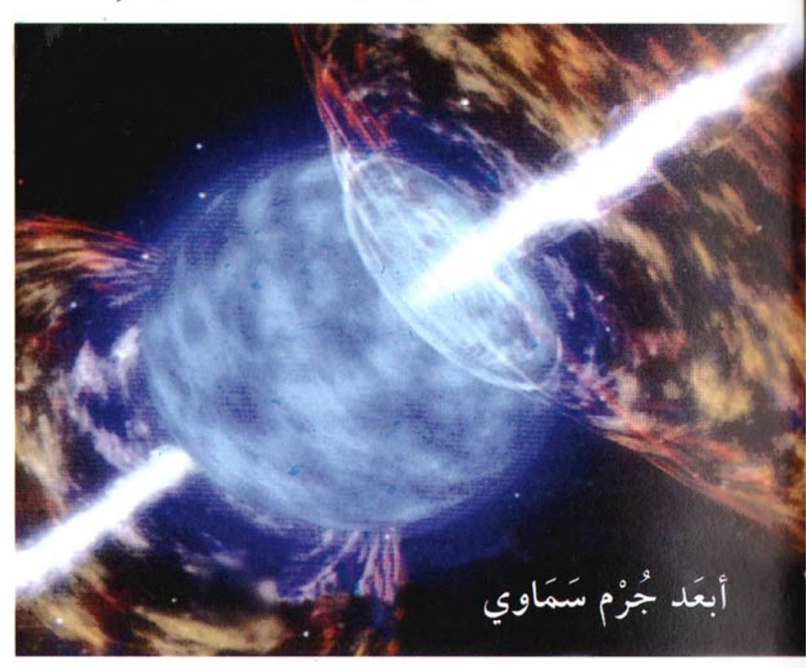
أبعَدُ جِرْمٍ سَمَاويّ

كانَتِ الكازاراتُ أبْعدَ الأجْرامِ السَّماويَّةِ المرئيَّةِ عنِ الأرْضِ، لكنْ في الرّابعِ من أيلول عام 2005م، تمكّنَ القمَرُ الصنعيُّ (سويفت) التّابعُ لِوكالةِ الفَضاءِ الأمريكيَّةِ، مِنْ رصدِ انْفِجارٍ بعيدٍ لأشِعَّةِ غاما، واعتُبرَ ذلِكَ أقْوى الانْفِجاراتِ التي شُوهِدَتْ حتَّى الآن. وتحْدُثُ مِثْلُ هذهِ الانْفِجاراتُ بِمُعدّلِ مرّةٍ واحِدَةٍ في اليوْمِ، وبشَكْلٍ عشْوائيٍّ، ويسْتمِرُّ لِثَوانٍ مَعْدودةٍ، ولِذلِكَ يصْعُبُ رصدُها. ويعْتقِدُ العُلَماءُ أنَّ هذِهِ

وَفِي عَامِ 1980م، وَبِفَضْلِ ابْتِكَارِ جِهَازٍ رَادارِيٍّ يُضَخِّمُ صُوَرَ الْمَراقِبِ، تَمَّ اكْتِشَافُ كَازارٍ جَدِيدٍ وَاقِعٌ فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ عَلَى امْتِدَادِ خَطِّ الْبَصَرِ الذَّاهِبِ عَبْرَ (بُرْجِ الْعَذْرَاءِ). وَبَعْدَ أَنْ قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ الأَلْمَانِيُّ (هيرمان هان) بِدِرَاسَةِ ذَلِكَ الْكازارِ وَالصُّوَرِ الْمُلْتَقَطَةِ لَهُ، أَوْضَحَ بِأَنَّ بُقَعاً بَيْضَاءَ تُحِيطُ بِجُرْمِ الْكازارِ، وَأَنَّهَا تُشْبِهُ الأَذْرِعَةَ اللَّوْلَبِيَّةَ الَّتِي تَنْدَفِعُ مِنْ قَلْبِ الْمَجَرَّةِ نَحْوَ أَطْرَافِهَا.

وَكَانَ هَذَا تَأْيِيداً جَدِيداً لِمَا قَالَهُ الْعُلَمَاءُ السَّابِقُونَ مِنْ أَنَّ الْكازاراتِ مَا هِيَ إِلاَّ مَجَرَّاتٌ تَقْبَعُ فِي أَقَاصِي الْكَوْنِ ، وَعَلَى أَبْعَادٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْقَصِيَّةِ الَّتِي مَرَّتْ مَعَنا. وَقَدْ أَيَّدَ، فِيمَا بَعْدُ، ذَلِكَ كُلَّهُ، الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (مالكان) الَّذِي انْكَبَّ خِلالَ فَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ عَلَى دِرَاسَةِ الْكازاراتِ.

العمليّة تحدُثُ نتيجَةَ انْفِجارِ نُجومٍ ذاتِ كُتَلٍ، أكبَرَ مِنْ كُتلِ السوبر نوفا. وتُشيرُ هذِهِ الانْفِجاراتُ إلى ولادَةِ ثَقبٍ أسْودَ.



أبعَد جُرْم سَمَاوي

وقَدْ أطلق العُلَماءُ على هذا الانْفِجارِ اسْمَ (GRB 050904)، وقدّرتِ المسافَةُ بينَهُ وبينَ كَوْكبِ الأرْضِ بنحوَ 13 مليارَ سنةٍ ضوئيَّةٍ، في حينَ أنَّ أبعدَ كازار موجودٌ على مسافَةِ 12 مليارَ سَنةٍ ضوئيَّةٍ.

نِهايَةُ الكَوْنِ

كيْفَ سيَنْتَهي الكَوْنُ؟ سُؤالٌ يُحيرُ عُلماءُ الفَلَكِ والكَوْنِ، لقدْ حاوَلَ بعضُ الفلَكيّينَ اسْتخدامَ العديدِ منَ الطَّرائقِ والوسائلِ لِتَحديدِ مستقبلِ الكوْنِ. اعتمدَتْ إحداهُما ـ وهي طريقةٌ استقرائيَّةٌ ـ على فاقِدِ الكُتْلَةِ للحُشودِ المجَريَّةِ، بيْنما لجأتِ الأُخْرى إلى اسْتِعمالِ المفعولِ المِحرقيِّ في انْحِناءِ الفَضاء وفقَ نَموذجِ آينشتاين.

ربَّما يَكونُ الكَوْنُ مفتوحاً أو مُغْلَقاً. ويتطابَقُ نموذجَا الكونِ السَّابقانِ معَ طبيعَةِ الكَوْنِ المُتوسِّعِ باسْتِمْرارٍ، الذي سَتكونُ نِهايتُهُ التَّقَلُّصَ في أحدِهِما، فالكَوْنُ المُتمدِّدُ إلى الأبَدِ هُوَ النَّموذجُ المفْتوحُ اللانِهائيُّ في اتِّساعِهِ دَوْماً.

ومِنْ جِهَةٍ أُخْرى، فإنَّ الكوْنَ الذي لَهُ مادَّةٌ كافِيَةٌ تَجْعلُهُ يتَباطأُ في التمَدُّدِ إلى نُقطَةِ تجَمُّدٍ وسُكونٍ تامٍ هو نَموذجُ الكَوْنِ المُغْلَقِ الذي يَنْحَني على نَفْسِهِ.

وفي كِلا النَّموذجيْنِ الكونيَّيْنِ، فإنَّ أشعَّةَ الضَّوْءِ تَتركَّزُ قَليلاً في مَحْرقٍ أثْناءَ انْتِشارِها عبْرَ الفَضاءِ الفارِغِ بيْنَ المَجرَّاتِ، وهَذا المفْعولُ المَحْرقيُّ ليْسَ غَريباً، وهُوَ قَوِيٌّ في الكَوْنِ المُغْلَقِ المُحدَّبِ.

مَعَ أنَّ العُلماءَ اسْتطاعُوا وضْعَ نَظريَّاتٍ تُفَسِّرُ بِدايَةَ نُشوءِ الكَوْنِ، واسْتَطاعوا أنْ يَحصلوا على أدِلَّةٍ بِشأنِ ذلك. فهَلْ يسْتَطيعونَ الوصولَ إلى الإجابَةِ عنْ سؤالِ كيْفَ سيَنْتَهي الكَوْنُ؟.

"كُنْتُ أظُنُّ أنَّ النَّهارَ هُوَ أجْمَلُ شَيْء، إلى أنْ شاهَدتُ ما يَكشفُ اللَّيلُ.
كُنْتُ أظُنُّ أنَّ هَذهِ الأرْضُ الَّتي أَعيشُ عَلَيْها هِيَ كُلَّ العالَم،
إلى أَنْ انْبَثَقَ مِنْ حَوْلي عَدَدٌ لا يُحْصى مِنَ العَوالِمِ الصَّامِتَةِ"

(والت ويتمان)

المَجَرَّات

المَجَرَّات
Galaxy



المجرات تجمُّعٌ ضَخْمٌ مِنَ النُّجومِ (100-1000 بليون نجم) وكَمياتٌ كَبيرَةٌ مِن مادَّة بين نجمية (غاز و غبار). تَرتَبِطُ فيما بَيْنها بِقُوةِ الجاذِبيَّة. وفي المَراجعِ الأَجْنبيَّة، يُسْتخْدمُ الحَرفُ الأوَّل صَغيراً (galaxy) لِيُشارَ إلى مَجرةٍ ما، أمّا في حالِ اسْتِخْدام الحَرفِ الأوَّل كَبيراً (Galaxy) فَيدُلُّ ذَلِكَ عَلى مَجرَّتنا دَرْبُ التَّبانَة.

مَراحِلُ تَطوُّرِ الْمَجَرَّةِ

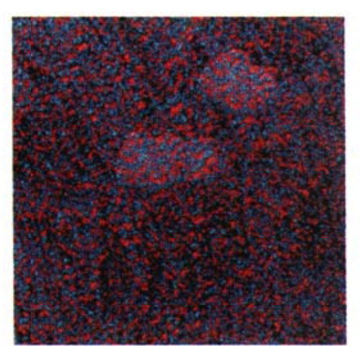
تَبْدَأُ الْمَجَرَّةُ، عَلَى شَكْلِ سَحَابَةٍ هَائِلَةٍ غَيْرِ مُحَدَّدَةٍ تَتَصَادَمُ فِيهَا ذَرَّاتُ الأَبْخِرَةِ الْمُؤَلَّفَةُ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ.

وَيَكُونُ التَّصَادُمُ عَلَى أَشُدِّهِ عِنْدَ الْمَرْكَزِ، حَيْثُ تَكُونُ الْكَثَافَةُ هُنَاكَ عَلَى أَشُدِّهَا بِسَبَبِ ضَغْطِ الأَطْرَافِ عَلَيْهِ. وَيَنْتُجُ عَنْ ذَلِكَ التَّصَادُمِ أَمْرَانِ:

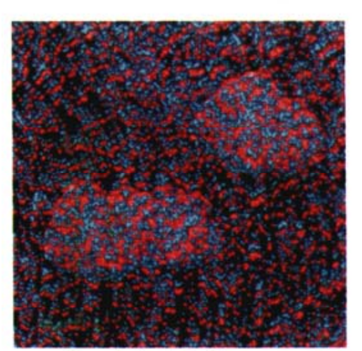
1. حُدُوثُ حَرَارَةٍ فَائِقَةٍ تَنْشَأُ عَنْهَا حَرَكَةٌ دَائِرِيَّةٌ تَخْضَعُ لَهَا السَّحَابَةُ بِكَامِلِهَا، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى تَكْوِيرِهَا.
2. تَشَكُّلُ نَوَاةٍ فِي السَّحَابَةِ، يَزْدَادُ حَجْمُهَا بِاسْتِمْرَارٍ، وَتَزْدَادُ قُوَّةُ جَاذِبِيَّتِهَا، وَتَزْدَادُ فَلْطَحَتُهَا بِفِعْلِ دَوْرَتِهَا الْمِحْوَرِيَّةِ. وَمَعَ ازْدِيَادِ سُرْعَةِ الدَّوَرَانِ الْمِحْوَرِيَّةِ لِتِلْكَ السَّحَابَةِ، وَازْدِيَادِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ، يَزْدَادُ التَّفَلْطُحُ فِيهَا؛ فَتَتَحَوَّلُ إِلَى شَكْلٍ عَدَسِيٍّ، وَتَتَحَوَّلُ النَّوَاةُ إِلَى قُرْصٍ كَثِيفٍ يَتَوَسَّطُ حَجْمَ الْمَجَرَّةِ الْغَازِيِّ.

وَبَدْءاً مِنْ هَذِهِ الْمَرْحَلَةِ مِنْ عُمْرِ الْمَجَرَّةِ، الَّتِي تُعْرَفُ بِمَرْحَلَةِ الشَّبَابِ، يَبْدَأُ تَشَكُّلُ دَوَّامَاتٍ فِي ثَنَايَا الْمَجَرَّةِ، بَدْءاً مِنَ الْمِحْوَرِ وَحَتَّى الأَطْرَافِ، قِوَامُهَا مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ. وَعِنْدَمَا تَلْتَهِبُ تِلْكَ الدَّوَّامَاتُ، تَتَحَوَّلُ إِلَى نُجُومٍ حَدِيثَةِ التَّكْوِينِ.

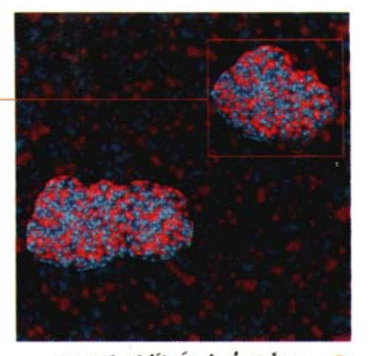
وَمَعَ ازْدِيَادِ سُرْعَةِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ فِي الْمَجَرَّةِ، تَزْدَادُ الْقُوَّةُ النَّابِذَةُ فِيهَا؛ فَتَنْدَفِعُ مِنَ الأَطْرَافِ أَذْرُعٌ لَوْلَبِيَّةٌ تَدُورُ مَعَ الْمَجَرَّةِ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ تُقَدَّرُ بِـ (1) مِلْيُونِ كِيلُومِتْرٍ فِي السَّاعَةِ.



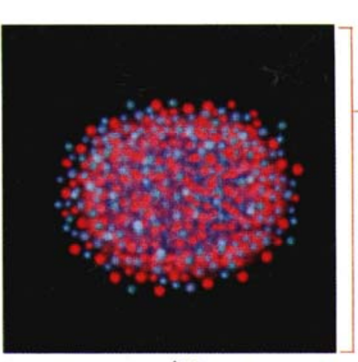
1 في البِدايَةِ، يَمْلأُ الكَوْنَ سائِلٌ أَوَّلي وَهُوَ مَزيجٌ مِنْ مادَّة عادِيَّة (الأزرق) ومادَّة خفيَّة (الأحمر)، تَتَغيَّرُ كَثافَتُه قَليلاً مِنْ مَكانٍ لآخَر.



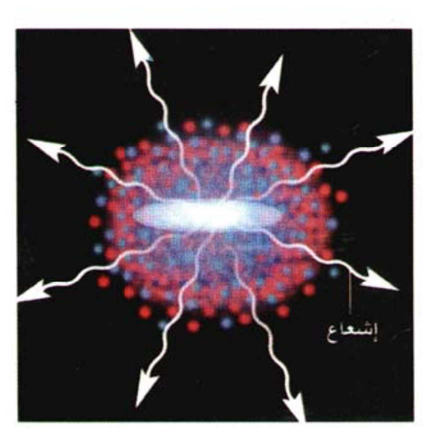
2 في أوَّلِ الأمْرِ يَتَغلَّبُ التَّوسُّعُ الكَونيُّ على الثِّقالةِ فَتَقِلُّ كَثافَةُ السَّائِلِ، لَكِنَّ بُقعاً ذاتَ كَثافَة أَعْلى تَقِلُّ كثافتُها على نَحْوٍ أَبطأَ مِنَ المَناطِقِ الأُخْرى.



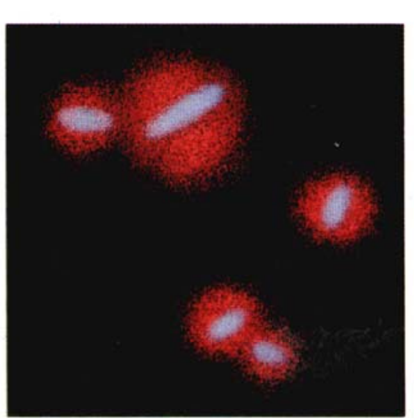
3 وفي النِّهايَةِ، تُصبِحُ تلكَ البُقَعُ عَلى دَرَجةٍ عاليةٍ مِنَ الكَثافَة مُقارَنةً بِما يحيطُ بها، ممَّا يَجْعل الثِّقالة تَفوقُ التَّوسُّعَ، وتَبْدأ البُقَعُ بالانْهِيارِ.



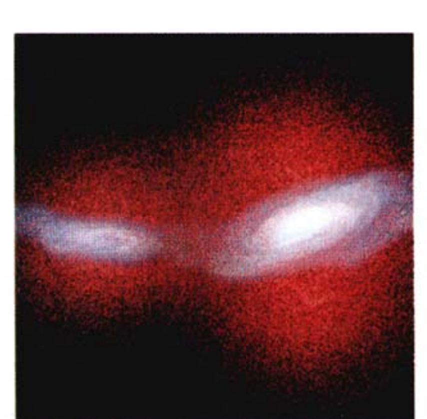
4 مَعَ الانْهِيارِ، تَصِلُ كُلُّ بقعةٍ إلى حالَة تَوازُنٍ، وتَبلغُ كَثافَةُ كُلٍّ مِنَ المادَّة العاديَّة وَالمادَّة الخفيَّة ذُرْوتَها في المَركَزِ، وتَتَناقَصُ تِجاهَ الحافَّاتِ.



5 وَتُحافظُ المادَّةُ الخَفِيَّةُ عَلَى هَذا الشَّكلِ لِكَوْنِها عاجِزَةً عَنِ الإشْعاعِ. أمَّا المادَّةُ العادِيَّةُ فَتُصْدِرُ إشْعاعاً، وتَنْهارُ مُكَوِّنَةً قُرْصاً دائِراً rotating ويَبْدَأُ التَّكاثُف مُكَوِّناً نُجوماً.



6 تَتأثَّرُ المجرَّاتُ الجُنَينِيَّةُ، مُولِدَةً عَزْماً بَعْضُها على بعض، وَمُنْدَمِجةً بَعضِها في بعضٍ لِتُكَوِّنَ أجْساماً أكْبَرَ فأكْبَرَ. (تَتَراكَب هَذِهِ المَرحلةُ مَعَ المَرحَلَتينِ 4 و5).



7 وَعِنْدَما يَندمِجُ قُرصانِ مُتَشابِهانِ في الحَجمِ، تَضْطَرِبُ المداراتُ النَّجمِيَّةُ، وتَنْتُجُ مَجرَّةٌ إهليلَجِيَّةٌ، وفيما بَعْدُ، قَدْ يَنْشأُ قُرصٌ حَولَها

ثَلاثُ سَيْروراتٍ أساسيَّةٍ فَرَضتِ الكَيفِيَّةَ الَّتي جَعَلتِ الحَساءَ الأَوَّلِيَّ يَتَخثَّرُ مُتحوِّلاً إلى مَجرَّاتٍ، هي: التَّوسُّعُ الكُلِّيُّ لِلكَوْنِ أثْناء الانْفِجارِ الأعْظمِ، وقُوَّةُ الثَّقالَةِ وحَركَةُ الجُسَيْماتِ والمُكَوِّناتِ الأكْبرِ، ويَستَطيعُ التَّوازُنُ المُتَغيِّرُ بَينَ هَذِهِ السَّيروراتِ تَفسيرَ صَيْرورَةِ المَجرَّاتِ أجْساماً مُحَدَّدةً مُترابِطةً بَدَلاً مِنْ غازٍ مُتَجانِسٍ أوْ حَشدٍ مِنَ الثُّقوبِ السَّوْداءِ. في هَذِهِ النَّظريَّةِ، تلْتحِمُ أجْسامٌ صَغيرةٌ أوَّلاً، ثُمَّ تَتكتَّلُ مَعاً لِتُشكِّلَ أجْساماً أكْبَر. وأحَدُ المُكوِّناتِ الحاسِمةِ في النَّظرِيَّةِ هُوَ المادَّةُ الخَفِيَّةُ الَّتي تَبلغُ تَوازُناً يَخْتلفُ عَن تَوازُنِ المادَّةِ العادِيَّةِ.

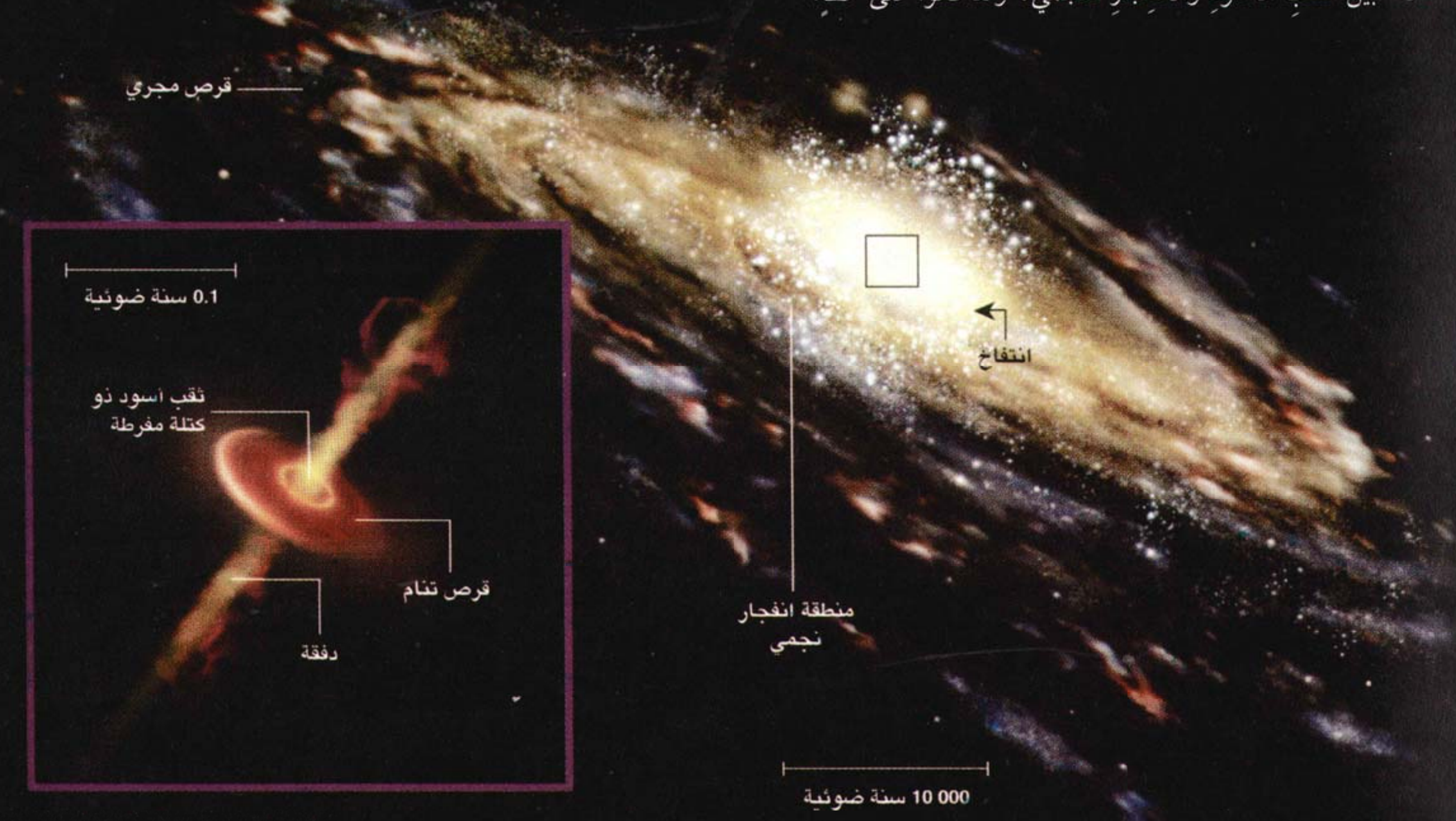
وَفِي هَذِهِ الْمَرْحلَةِ مِنْ عُمْرِ الْمَجَرَّةِ، وَهِيَ مَرْحَلَةُ النُّضجِ، يَتَزَايَدُ تَشَكُّلُ النُّجُوم فِيهَا. وَعِنْدَمَا تَسْتَنْفِدُ النُّجُومُ وَالْكَوَاكِبُ مُعْظَمَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ مِنَ الْمَجَرَّةِ، تَخِفُّ سُرْعَةُ دَوْرَتِهَا الْمِحْوَرِيَّةِ، وَتَنْخَفِضُ الْحَرَارَةُ فِيهَا، وَتَأْخُذُ الأَذْرِعَةُ اللَّوْلَبِيَّةُ بِالانْضِمَامِ إِلَى جِسْمِ الْمَجَرَّةِ الَّذِي انْبَثَقَتْ عَنْهُ، وَتَعُودُ الْمَجَرَّةُ إِلَى شَكْلِهَا الْعَدَسِيِّ الَّذِي كَانَتْ عَلَيْهِ قَبْلَ بُرُوزِ أَذْرِعَةٍ لَهَا ، وَيُصْبِحُ تَشَكُّلُ نُجُوم جَدِيدَةٍ فِيهَا أَمْراً نَادِراً، إِذْ تَكُونُ الْمَجَرَّةُ قَدْ دَخَلَتْ مَرْحَلَةَ الشَّيْخُوخَةِ؛ ثُمَّ يَزْدَادُ انْخِفَاضُ الْحَرَارَةِ فِي الْمَجَرَّةِ، وَتَخِفُّ سُرْعَةُ الدَّوَرَانِ الْمِحْوَرِيِّ فِيهَا أَكْثَرَ فَأَكْثَرَ، فَتَتَقَارَبُ الأَطْرَافُ مِنَ الْمَرْكَزِ، لِتَتَّخِذَ الْمَجَرَّةُ عِنْدَهَا شَكْلاً بَيْضَوِيّاً أَقْرَبَ مَا يَكُونُ إِلَى الْكُرَةِ، وَيَتَوَقَّفُ تَشَكُّلُ النُّجُوم فِيهَا تَمَاماً لِخُلُوِّهَا حِينَذَاكَ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ، خُلُوّاً يَكَادُ يَكُونُ كَامِلاً، وَتِلْكَ هِيَ مَرْحَلَةُ الْهَرَمِ الَّتِي تَكُونُ قَدْ بَلَغَتْهَا الْمَجَرَّةُ.



إنَّ الْفَتْرَةَ الَّتِي تَحْتاجُها الدَّوَّامَةُ الْمَجَرِّيَّةُ حَتَّى تَتَحَوَّلَ إِلَى نَجْمٍ أَوْ عِدَّةِ نُجُوم أَوْ إِلَى عَنَاقِيدَ مِنَ النُّجُوم، لاَ تَقِلُّ عَنْ عِدَّةِ مِئَاتِ مَلاَيِينِ السِّنِينِ، وَإِنَّ الْفَتْرَةَ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَيْهَا الْمَجَرَّةُ حَتَّى يَتَحَوَّلَ مُعْظَمُهَا، أَوْ كُلُّهَا، إِلَى نُجُوم وَعَنَاقِيدِ النُّجُوم لاَ تَقِلُّ عَنْ مِلْيَارَاتِ السِّنِينِ. وَتَنْتَظِمُ النُّجُومُ وَعَنَاقِيدُ النُّجُوم فِي مَسَارَاتٍ حَلَزُونِيَّةٍ، بَدْءاً مِنْ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ بِاتِّجَاهِ الأَطْرَافِ، بَيْنَمَا يَسُودُ الْغُبَارُ الْكَوْنِيُّ وَالْغَازُ فِي الأَذْرُعِ الْحَلَزُونِيَّةِ لِلْمَجَرَّةِ.

تَشريح مَجرَّة

تَحتَوي مَجرَّةٌ حَلَزونيَّةٌ نَموذجيَّةٌ 100 بليون نجم، معْظَمُها مَوْجودٌ في أقْراص مُفَلطَحة، ويوجَدُ قربَ المَركَز انْتِفاخٌ نجميٌّ. أمَّا في المَركَز نَفسه، فَيوجَدُ عادةً ثُقبٌ أسْودُ فائِقُ الكُتْلة، وَإذا كانَ الثُّقبُ يَقومُ بِالتِهام ما حَولهُ بِنَشاط، فإنَّ المادَّةَ الدَّاخلةَ فيه تُكَوِّنُ قُرصَ تَنَام accretion disk أوْ يقذفُ بها خارجاً عَلى هَيئَة دَفقة. وإذا كانَت المَجرَّةُ تَمرُّ بِطورِ انْفجارٍ نجميٍّ، فَإنَّ الغازَ المُتَخلْخِلَ يَتحوَّلُ إلى نُجوم بِمُعدَّلٍ عالٍ، وَعَلى مَدى سِنين، ظَنَّ الفَلَكيُّونَ أنَّهُ لَيْسَ ثمة عَلاقَةٌ بَينَ الثقبِ الأسْودِ وَالانْفِجارِ النَّجميِّ، وَقَدْ كانوا عَلى خَطأٍ.



تَنْشَأُ حَوْلَ النُّجُوم وَمِنْ مُخَلَّفَاتِها، مِنَ الْغازِ وَالْغُبارِ الْكَوْنِيَّيْنِ، دَوَّامَاتٌ صَغيرَةٌ تَتَحَوَّلُ إِلَى أَجْسَامٍ كُرَوِيَّةٍ، يُؤَدِّي تَصادُمُ ذَرَّاتِهَا إِلَى تَكَاثُفِهَا وَارْتِفَاعِ حَرارَتِها دُونَ أَنْ تَصِلَ إِلَى الْحَدِّ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى تَشَكُّلِ تَفاعُلٍ نَوَوِيٍّ فِيهَا كَمَا حَدَثَ فِي الْكُتَلِ الضَّخْمَةِ الَّتِي كَوَّنَتِ النُّجُومَ؛ لِذَا تَظَلُّ هَذِهِ الأَجْسَامُ الْكُرَوِيَّةُ، بَعْدَ انْتِهاءِ تَشَكُّلِهَا، مُعْتِمَةً، وَتَدُورُ فِي فَلَكِ أَقْرَبِ نَجْمٍ إِلَيْهَا، مُؤَلِّفَةً الْكَوَاكِبَ؛ وَعَلى غِرارِ ذَلِكَ، تَتَشَكَّلُ التَّوابِعُ الَّتِي تَتْبَعُ تِلْكَ الْكَوَاكِبَ مِنْ أَقْمَارٍ وَحَلَقاتٍ.

عَدَدُ الْمَجَرَّاتِ

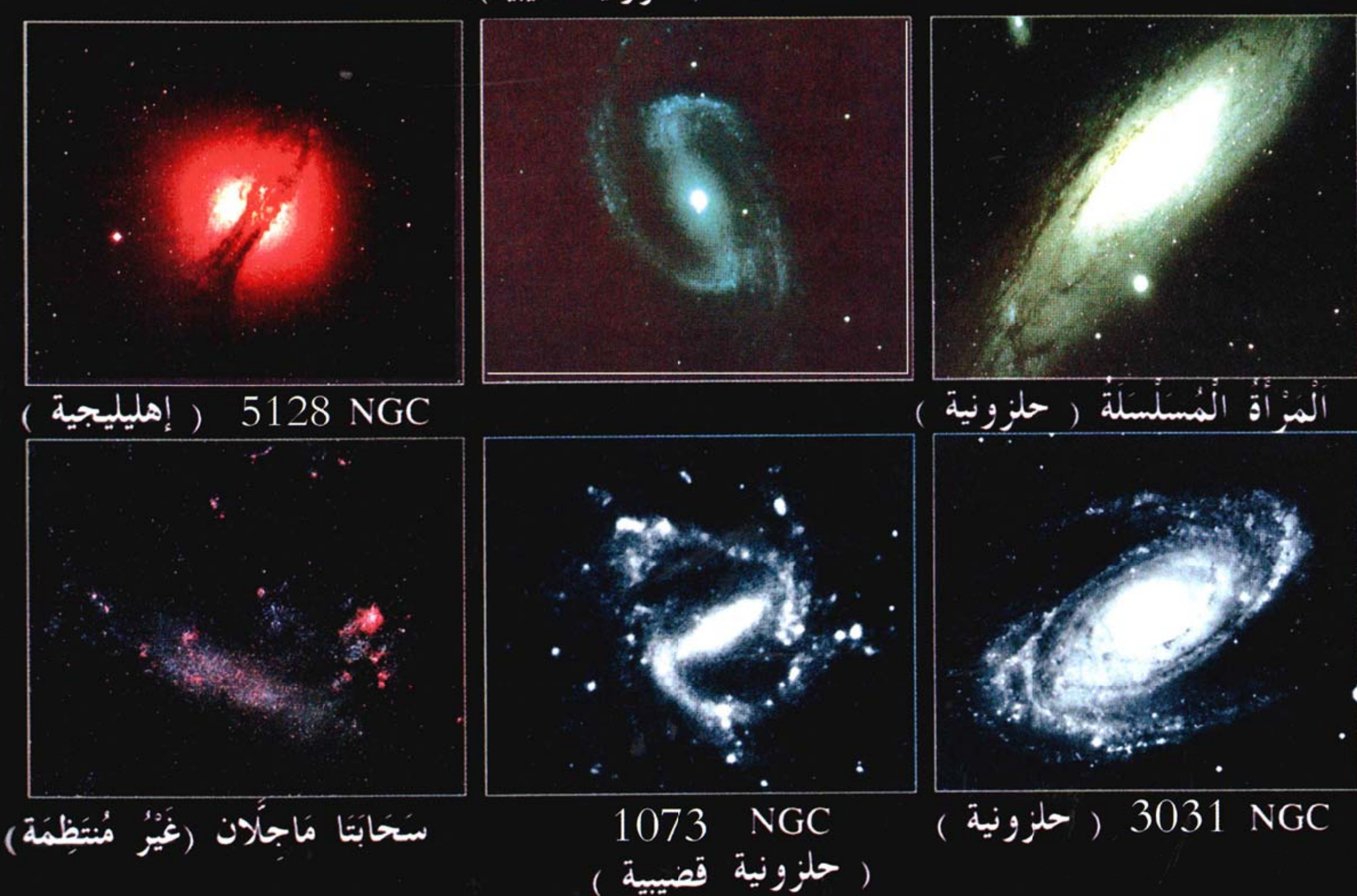
لَقَدْ قَدَّرَ الْفَلَكِيُّ (هابل)، بَعْدَ رَصْدِهِ الطَّوِيلِ لِلْمَجَرَّاتِ، بِأَنَّ عَدَدَ مَا يُمْكِنُ رَصْدُهُ مِنْهَا حَتَّى الْيَوْمَ يُعَادِلُ (100) أَلْفِ مِلْيُونِ مَجَرَّةٍ، بَيْنَمَا يَرَى بَعْضُ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ الآخَرِينَ، وَمِنْهُمْ

(ن. ي. مايال) مُديرُ مَرْصَدِ (كيت بيك)، و(ك. د. شين) مُديرُ مَرْصَدِ (ليك)، وَ(هارلو شيبلي) مُديرُ مَرْصَدِ (هارفارد)، أَنَّ عَدَدَ الْمَجَرَّاتِ فِي الْكَوْنِ حَوالَيْ (600) أَلْفِ مِلْيُونِ مَجَرَّةٍ، بَعْضُها كَبيرُ الْحَجْمِ وَبَعْضُهَا الآخَرُ صَغيرٌ. وَأَنَّ كُلاًّ مِنْ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ يَضُمُّ وَسَطِيّاً مَا لاَ يَقِلُّ عَنْ (1000) مِلْيُونِ نَجْمٍ، كَمَا يَضُمُّ مِنَ الْكَوَاكِبِ أَكْثَرَ مِنْ ذَلِكَ الْعَدَدِ. وَيَرَوْنَ أَنَّ ضَوْءَ نُجُومِ بَعْضِهَا وَصَلَنَا بَعْدَ أَنْ قَطَعَ مَسَافَةَ (2) مِلْيُونَيْ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي نُجُومِ مَجَرَّةِ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ وَنُجُومِ الْمَجَرَّةِ M33. وَهَاتَانِ الْمَجَرَّتَانِ هُمَا أَقْرَبُ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ إِلَيْنَا. بَيْنَمَا نَجِدُ مَجَرَّاتٍ أُخْرَى عَلَى أَبْعَادٍ سَحِيقَةٍ مِنَ الأَرْضِ تَبْعُدُ عَنَّا مَسَافَةَ (13) مِلْيُونَ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ كَمَجَرَّةِ NGC 253. وَبَعْضُهَا يَبْعُدُ عَنَّا مَسَافَةَ (4) ملايين سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ كَمَجَرَّةِ وَحِيدِ الْقَرْنِ.

أَمَّا الْمَجَرَّاتُ الَّتِي اكْتُشِفَتْ حَدِيثاً فِي أَقْصَى بُعْدٍ بَلَغَهُ رَصْدُ الْمَرَاصِدِ الْفَلَكِيَّةِ، فَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ بُعْدَ بَعْضِهَا عَنَّا يَصِلُ إِلَى (13) مِلْيَارَ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، بَيْنَمَا يَصِلُ بُعْدُ بَعْضِهَا الآخَرِ إِلَى (8 - 10) مِلْيَارَاتٍ مِنَ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةِ. وَلَمَّا كَانَ لِهَذِهِ الْمَجَرَّاتِ وَضْعُهَا الْخَاصُّ فَقَدْ دُعِيَتْ بِـ GRB 050904.

تَصْنِيفُ الْمَجَرَّاتِ

صَنَّفَ الفَلَكِيّ (هابل) الْمَجَرَّاتِ فِي ثَلاثِ زُمَرٍ أَسَاسِيَّةٍ:



1300 NGC (حلزونية قضيبية).

الْمَرْأَةُ الْمُسَلْسَلَةُ (حلزونية)

5128 NGC (إهليليجية)

3031 NGC (حلزونية)

1073 NGC (حلزونية قضيبية)

سَحابَتا ماجِلان (غَيْرُ مُنتَظِمَة)

المجرات غير المنتظمة

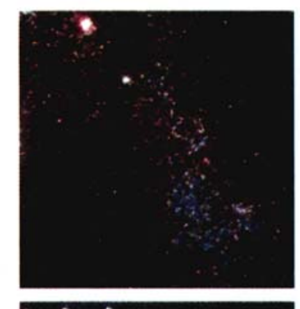
مجرة غير منتظمة
M82

الأنواع القزمية

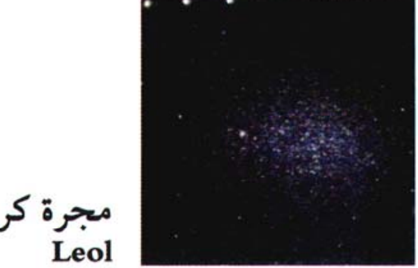


مجرة إهليلجية
M32

متراصة زرقاء
VII Zw 403



سحابة ماجلانية
صغيرة، غير منتظمة



مجرة كروانية
Leol

1. مَجَرَّاتٌ غَيْرُ مُنْتَظَمَةِ الشَّكْلِ (I.R.R.S) (المَجَرَّات القَزَمَة):

وَهِيَ الْمَجَرَّاتُ الَّتِي تكُونُ فِي بِدَايَةِ تَكَوُّنِها، لِذَا لاَ نَجِدُ فِيهَا مَعَالِمَ مُمَيِّزَةً تُمَكِّنُنَا مِنْ إِدْرَاجِهَا تَحْتَ شَكْلٍ مِنَ الأَشْكَالِ الْهَنْدَسِيَّةِ الَّتِي نَعْرِفُهَا، كَمَا أَنَّ قَوَامَهَا لاَ يَزَالُ مُؤَلَّفاً مِنْ سَحَابَةٍ ضَخْمَةٍ مُضْطَرِبَةٍ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، وَقَدْ نَجِدُ فِي بَعْضِهَا مَا يُشْبِهُ الْمِحْوَرَ الْمَرْكَزِيَّ، أَوْ نُوَيَّاتِ نُجُومٍ، وَضِمْنَ الْحَرَكَةِ الْمُضْطَرِبَةِ فِي كُتْلَتِهَا، تَحْدُثُ انْكِمَاشَاتٌ فِي أَجْزَاءٍ مِنْهَا، تَتَوَلَّدُ ـ أَحْيَاناً ـ عَنْهَا مَجْمُوعَاتٌ مِنَ النُّجُومِ.

وَلاَ تَلْبَثُ مِثْلُ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ، بِفِعْلِ الْحَرَارَةِ الْمُتَزَايِدَةِ فِيهَا، وَالَّتِي تُؤَدِّي إِلَى دَوَرَانِهَا دَوَرَاناً مُتَزايداً، أَنْ تَتَحَوَّلَ إِلَى شَكْلٍ كُرَوِيٍّ. وَمَعَ ازْدِيَادِ سُرْعَةِ الْحَرَكَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ وَنُشُوءِ قُوَّةٍ نَابِذَةٍ فِي وَسَطِهَا، نَجِدُهَا تَتَحَوَّلُ إِلَى مَجَرَّةٍ بَيْضَوِيَّةٍ يَزْدَادُ تَسَطُّحُهَا حَتَّى تَأْخُذَ شَكْلاً عَدَسِيّاً. وَحَتَّى هَذِهِ الْمَرْحَلَةِ، تَكُونُ الْمَجَرَّةُ فِي شَرْخِ شَبَابِهَا، حَيْثُ تُلاقِي النُّجُومُ أَفْضَلَ ظَرْفٍ مُسَاعِدٍ عَلَى تَشَكُّلِهَا، بِسَبَبِ وَفْرَةِ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ بالإِضَافَةِ إِلَى دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْهَائِلَةِ الَّتِي تَكُونُ الْمَجَرَّةُ قَدْ بَلَغَتْهَا. وَحَسْبَ تَقْدِيرِ (هابل)، فَإِنَّ مِثْلَ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ لاَ تُشَكِّلُ الآنَ أَكْثَرَ مِنْ (3 %) مِنْ مَجْمُوعِ الْمَجَرَّاتِ.

وَ المَجَرَات القَزمَةُ هيَ مَجرَّاتٌ تكونُ قَريبَةً من المجَرَّاتِ الكَبيرَةِ، ويَكونُ مُعَدَّلُ تَشْكيلِ النُّجوم فيها أَسْرَعَ مِنْ مُعدَّلِ تَكوُّنِها في المَجرَّةِ الكَبيرَةِ بِعِدّةَ مرَّاتٍ.

وتَقْضي المَجَرَّاتُ القَزمَةُ مَلايينَ السِّنينَ في حالَةِ سُباتٍ، ثُمَّ تَحدُثْ فيها انْدِفاعاتٌ نَجْمِيَّةٌ عَنيفَةٌ قَصيرَةُ الأَمَدِ. وتَتَضمَّنُ هَذِهِ المَجَرَّاتُ مَفاتيحَ لِحَلِّ أَلْغازِ التَّاريخِ المُبْكِرِ لِلكَوْنِ، إنَّها بَقايا مُتَخَلِّفَةٌ مِنْ زَمَنٍ قَديمِ العَهْدِ، وتَتَكَوَّنُ مِنْ مادَّةٍ لَمْ تَتَغيَّرْ إلاَّ قليلاً مُنْذُ حُدوثِ الضَّرْبَةِ الكُبْرى أَو الإنْفِجار الأَعْظم.

أشْهرُ مَجَرَّتَيْنِ قَزَمَتَيْنِ هُما السَّحابَتانِ الماجِلاَّنِيَّتانِ الكَبيرَةُ وَالصَّغيرَةُ اللَّتانِ تَبْدوانِ سَاطِعَتَيْنِ، بِسَبَبِ قُرْبِهِما النِّسْبِيِّ مِنْ مَجَرَّتِنا (دَرْبِ التَّبانَةِ).

2 . الْمَجَرَّاتُ الْحَلَزُونِيَّةُ . S . S :

وَتُشَكِّلُ نِسْبَتُهَا (80 %) مِنْ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ، وَمِثْلُهَا مَجَرَّتُنَا (دَرْبَ التَّبَّانَةِ)، وَكَذَلِكَ الْمَجَرَّةُ الَّتِي تُدْعَى (M31) وَالْمَوْجُودَةُ فِي كَوْكَبَةِ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ. وَهِيَ تَبْدُو كَدَوَّامَاتٍ نَارِيَّةٍ هَائِلَةٍ.

وَتَمْتَازُ بِثَلاثَةِ أَجْزَاءٍ مُحَدَّدَةٍ هِيَ :

أ . مِحْوَرٌ مَرْكَزِيٌّ مِغْزَلِيُّ الشَّكْلِ.

ب . هَالَةٌ مِنَ النُّجُومِ وَعَنَاقِيدِ النُّجُومِ تُحِيطُ بِالْمِحْوَرِ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ.

ج . قُرْصٌ يُحِيطُ بِالْمِحْوَرِ وَبِالْهَالَةِ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَاءِ الْمَجَرَّةِ وَيَنْتَهِي بِأَذْرِعٍ حَلَزُونِيَّةٍ.

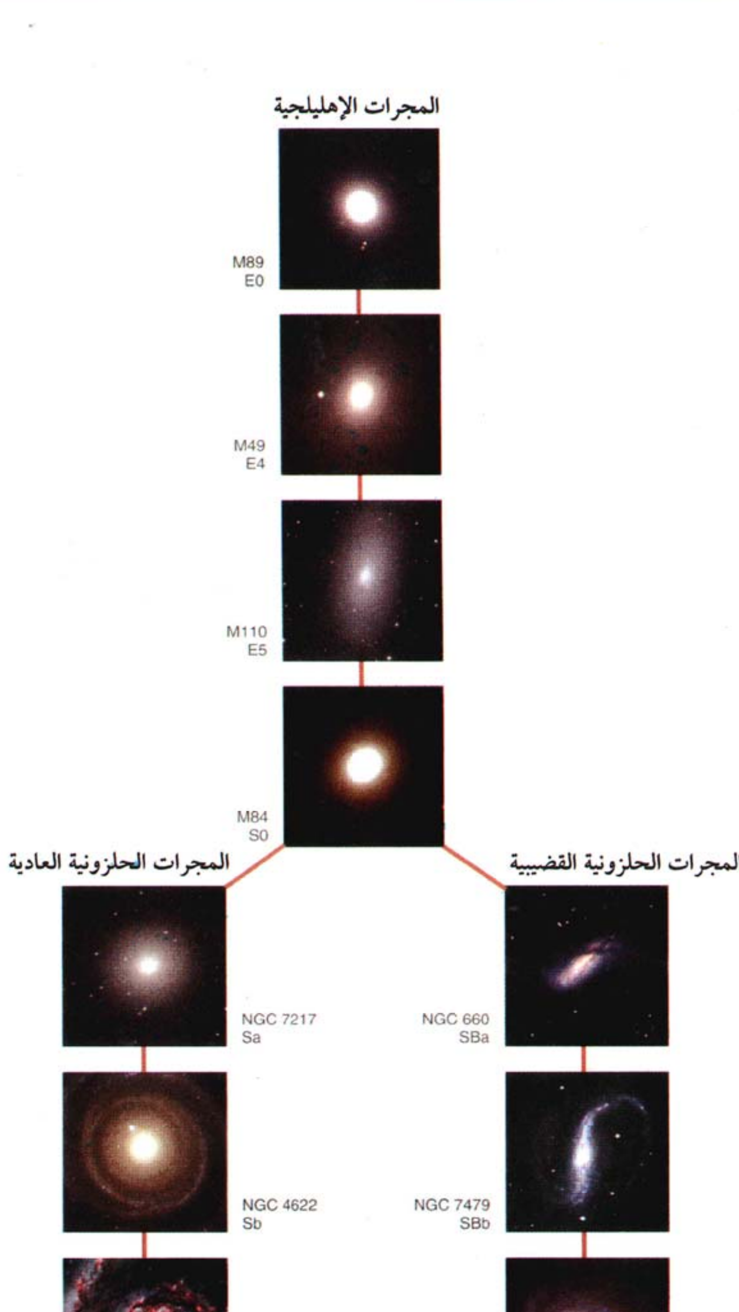
وَقَدْ تَكُونُ الْمَجَرَّةُ الْحَلَزُونِيَّةُ عَلَى شَكْلٍ آخَرَ، إِنَّمَا لَهَا أَيْضاً ثَلاثَةُ أَجْزَاءٍ مُحَـدَّدَةٌ هِيَ :

أ . مِحْوَرٌ مَرْكَزِيٌّ عَلَى شَكْلِ عَصاً أَوْ لُفَافَةِ تَبْغٍ.

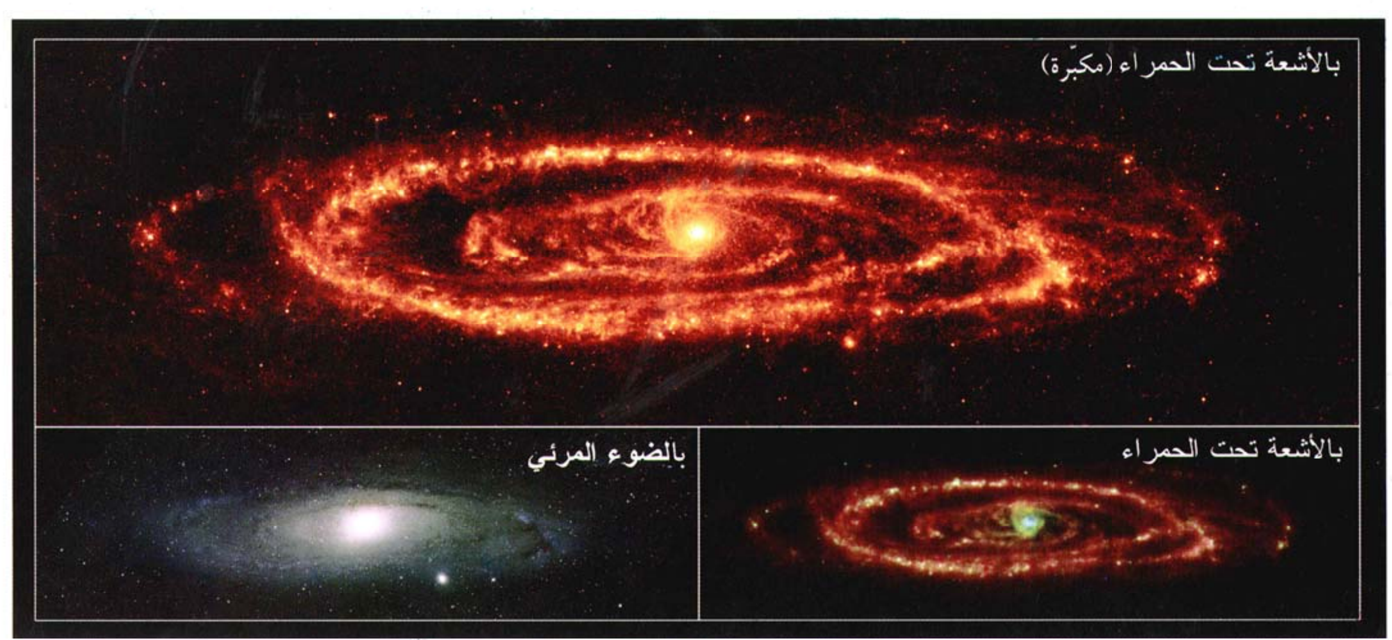
ب . هَالَةٌ مِنَ النُّجُومِ وَعَنَاقِيدِ النُّجُومِ تُحِيطُ بِوَسَطِ الْمِحْوَرِ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ.

ج . ذِرَاعَانِ حَلَزُونِيَّانِ، أَوْ أَكْثَرَ، يِمْتَدَّانِ مِنْ نِهَايَةِ الْمِحْوَرِ.

وَتَكُونُ الْكُتْلَةُ الْمَرْكَزِيَّةُ أَكْثَرَ تَوَهُّجاً مِنْ بَقِيَّةِ أَجْزَاءِ الْمَجَرَّةِ، إِذْ يَبْدُو نُورُهَا سَاطِعاً، تَنْطَلِقُ مِنْهُ أَجْسَامٌ مُتَوَقِّدَةٌ تُشْبِهُ الشَّرَرَ. وَمِنْ هَذَا النَّوْعِ، الْمَجَرَّةُ الْمَعْرُوفَةُ بِاسْمِ (مَجَرَّة مَاجِلاَّن) وَالَّتِي يُعْتَقَدُ أَنَّهَا فِي طَرِيقِهَا إِلَى التَّحَوُّلِ لِتُصْبِحَ فِي عِدَادِ الْمَجَرَّاتِ اللَّوْلَبِيَّةِ مِنَ النَّمَطِ الأَوَّلِ الْعَدَسِيِّ ذِي الأَذْرُعِ اللَّوْلَبِيَّةِ الْمُتَعَدِّدَةِ. وَقَدْ بَيَّنَتِ الدِّرَاسَاتُ أَنَّ تَشَكُّلَ الأَذْرِعَةِ اللَّوْلَبِيَّةِ فِي الْمَجَرَّاتِ نَاشِئٌ عَنْ تَدَفُّقِ الْغَازِ مِنَ الْوَسَطِ بِاتِّجَاهِ الأَطْرَافِ، بِسَبَبِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ لِلْمَجَرَّةِ، وَأَنَّ النُّجُومَ الَّتِي تَتَشَكَّلُ فِي تِلْكَ الأَذْرُعِ تَخْتَلِفُ عَنِ النُّجُومِ الَّتِي تَتَشَكَّلُ حَوْلَ الْمِحْوَرِ، إِذْ تَتَغَيَّرُ دَرَجَةُ لَمَعَانِ نُجُومِ الأَذْرُعِ بِصُورَةٍ دَوْرِيَّةٍ، وَقَدْ دَعَا (هابل) مِثْلَ هَذِهِ النُّجُومِ بِاسْمِ (الْقِيْفَاوِيَّاتِ) أَوْ (الْمُتَغَيِّرَاتِ)، كَمَا دَعَا مِثْلَ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ بِالْمَجَرَّاتِ النَّاضِجَةِ.



يُصنِّفُ الفَلكيونَ المَجَرَّاتِ باسْتِخْدامِ طَريقَةِ التَّصْنيفِ المَعْروفَةِ باسْمِ «الشَّوْكَةِ الرَّنانَةِ» Tuning fork الَّتي طَوَّرها الفَلكيُّ الأمريكيُّ هابل في عشرينات القرنِ العِشرين، تأتي المَجرَّاتُ وفقاً لِهذهِ المَنْظومَةِ في ثَلاثِ فِئاتٍ أساسيَّةٍ: إهليلجيَّة (مُمثَّلة بِيَدِ الشَّوْكَةِ المُبيَّنةِ في الشَّكلِ الأيْسرِ)، وَحلزونيَّة (مُمثَّلة بِشُعبتيْ الشَّوكَةِ)، وَغَيرُ مُنتظمةٍ (المُبينة أدْناه في الشَّكْلِ الأيْمنِ). أمَّا المجرَّاتُ الصَّغيرَةُ والمَعْروفَةُ بِالمجرَّاتِ القزميَّةِ، فَلَها تصنيفُها المُبهمُ الخاصُّ بِها.



الْمَجَرَّةُ (M31) الْمَوْجُودَةُ فِي كَوْكَبَةِ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ.

3. الْمَجَرَّاتُ الْبَيْضَوِيَّةُ .E.S :

ونِسْبَتُهَا (17 %) مِنْ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ. تَكُونُ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ مُفَلْطَحَةٍ بَعْضَ الشَّيءِ، وَقَدْ تَزْدَادُ فَلْطَحَتُهَا مِمَّا يَجْعَلَهَا عَدَسِيَّةَ الشَّكْلِ.



فِي آب من عَام 2003م، كَشَفَ تلسْكُوب الفَضَاء سبيتزر (الذي يُصَوّر بالأَشعَّة تَحْت الحَمْراء) عَن وُجود مَجَرة حَلزونية ذَات ذِرَاع وَاحِد تُسمّى NGC 4725 والمَوجودة في كَوْكَبة الذُّؤابة، وَهِيَ تَبْعُد 41 مَليون سَنَة ضَوئِيَّة عَنْ الأَرْض.

وَلِهَذِهِ الْمَجَرَّاتِ مِحْوَرٌ يَطِيفُ بِهِ عَدَدٌ زَاخِرٌ مِنَ النُّجُومِ فِي بَعْضِهَا، بَيْنَمَا تَكُونُ مَحْدُودَةَ الْعَدَدِ فِي بَعْضِهَا الآخَرِ.

وَقَدْ دَلَّتْ دِرَاسَةُ هَذَا النَّوْعِ مِنَ الْمَجَرَّاتِ عَلَى أَنَّهَا مَجَرَّاتٌ انْدَفَعَ مَا تَبَقَّى فِي أَذْرُعِهَا مِنْ غَازٍ وَغُبَارٍ كَوْنِيٍّ بِاتِّجَاهِ قُرْصِ الْمَجَرَّةِ الْمُحِيطِ بِالْهَالَةِ وَالْمِحْوَرِ، بَعْدَ أَنْ اسْتَنْفَدَتِ النُّجُومُ الَّتِي تَشَكَّلَتْ فِي تِلْكَ الأَذْرُعِ مُعْظَمَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ اللَّذَيْنِ كَانَا فِيهَا.

وَقَدْ بَيَّنَ رَصْدُ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ أَنَّهُ لاَ يَزَالُ فِي بَعْضِهَا خُطُوطٌ قَاتِمَةٌ، مُؤَلَّفَةٌ مِنْ غَازٍ وَغُبَارٍ كَوْنِيٍّ كَثِيفَيْنِ، مُنْتَشِرَةٌ فِي الْمَرْكَزِ وَحَوْلَهُ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى إِمْكَانِيَّةِ نُشُوءِ نُجُوم جَدِيدَةٍ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ الَّتِي تُعْتَبَرُ شَائِخَةً، والَّتِي لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَتَحَوَّلَ إِلَى مَجَرَّاتٍ بَيْضَوِيَّةٍ هَرِمَةٍ.

أَبْعَادُ الْمَجَرَّاتِ

يَزِيدُ طُولُ بَعْضِ الْمَجَرَّاتِ عَلَى (100) أَلْفِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، كَمَا يَزِيدُ عَرْضُهَا عَلَى (15) أَلْفَ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ؛ تِلْكَ هِيَ الْمَجَرَّاتُ الْكَبِيرَةُ فِي كَوْنِنَا، وَمِنْهَا مَجَرَّتُنَا؛ وَهِيَ تُشَكِّلُ النِّسْبَةَ الأَقَلَّ بَيْنَ مَجْمُوعِ الْمَجَرَّاتِ. أَمَّا مُعْظَمُ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ، فَلَهَا أَبْعَادٌ دُونَ ذَلِكَ وَبِكَثِيرٍ أَحْيَاناً.

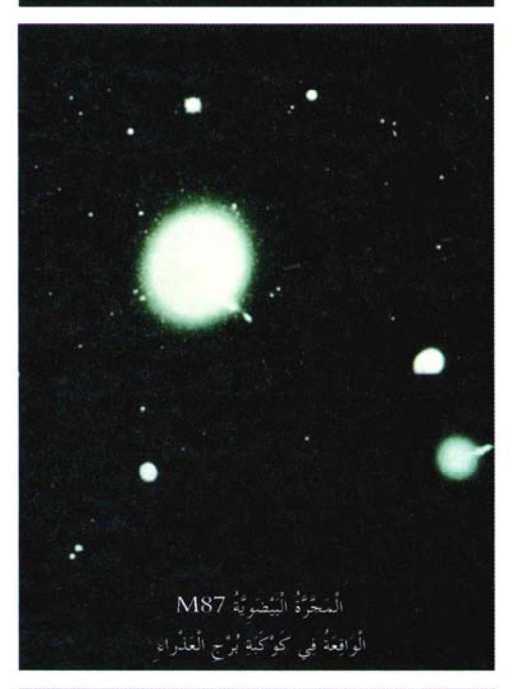

الْمَجَرَّةُ الْبَيْضَوِيَّةُ M84
الَّتِي يُقَدَّرُ قُطْرُهَا بِـ (25000) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ
وَبُعْدُهَا عَنَّا بِـ (42) مِلْيون سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ

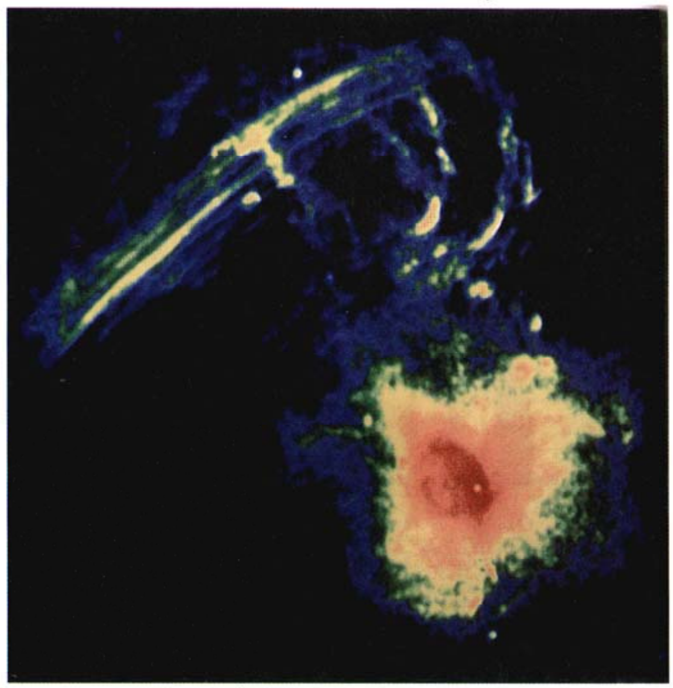
تَرْكِيبُ الْمَجَرَّاتِ

عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ الْغَازَ وَالْغُبَارَ الْكَوْنِيَّيْنِ هُمَا اللَّذَانِ يُشَكِّلانِ تَرْكِيبَ جَمِيعِ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ، إلاَّ أَنَّ قِلَّةً مِنْهَا يَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِهَا الْغُبَارُ الْكَوْنِيُّ، الأَمْرُ الَّذِي يَجْعَلُهَا قَاتِمَةً أَوْ مُظْلِمَةً تَمَاماً، تَحْجُبُ كَامِلاً مَا يَكُونُ خَلْفَهَا مِنْ نُجُومٍ وَمَجَرَّاتٍ.

وَمِنَ الْمَجَرَّاتِ مَا يَضُمُّ فِي ثَنَايَاهُ مَنَاطِقَ زَاخِرَةً بِالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، تَبْدُو عَلَى شَكْلِ بُقَعٍ أَوْ خُطُوطٍ سَوْدَاءَ أَوْ مُعْتِمَةٍ، وَتُعْتَبَرُ مِثْلُ تِلْكَ الْبُقَعِ أَوْ الْخُطُوطِ ذُخْراً كَبِيراً لِلْمَادَّةِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا النُّجُومُ، لِذَا تُدْعَى مِثْلُ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ (حَاضِنَةَ النُّجُومِ) وَمِنْهَا الْمَجَرَّةُ أَوْ السَّدِيمُ ذُو الْقَنَوَاتِ الثَّلاثِ، وَالْمَجَرَّةُ أَوْ السَّدِيمُ الْمَدْعُو (روزيت أو الوَرْدَة)، وَالْمَجَرَّةُ الْقَائِمَةُ عِنْدَ النَّجْمِ الأَوْسَطِ مِنْ سَيْفِ (كَوْكَبَةِ الْجَبَّارِ).

وَهُنَاكَ سُدُمٌ غَازِيَّةٌ لَمْ تَتَحَوَّلْ بَعْدُ إِلَى مَجَرَّاتٍ كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي سَدِيمِ (النِّقَابِ).


الْمَجَرَّةُ الْبَيْضَوِيَّةُ M87
الْوَاقِعَةُ فِي كَوْكَبَةِ بُرْجِ الْعَذْرَاءِ


صورَة راديَويَّة لمَركَز المجَرة حَيثُ تُشير الدَوائِر المُتَحِدَة المَركَز إلى مُستَويَات شِدَّة مصدَر هَائِل للطَاقَة و الحَرارَة، قَد يَكُون سَبَب ذَلك ثُقبٌ أسْوَد.


المجرة الحلزونية M83

الوسط بين المجري

غيوم هابطة للداخل

رياح مجرية

الوسط البينجمي

إشعاع مؤين وحرارة

مادة وطاقة حركية

تشكل النجوم

نجوم

نجوم عظيمة الكتلة

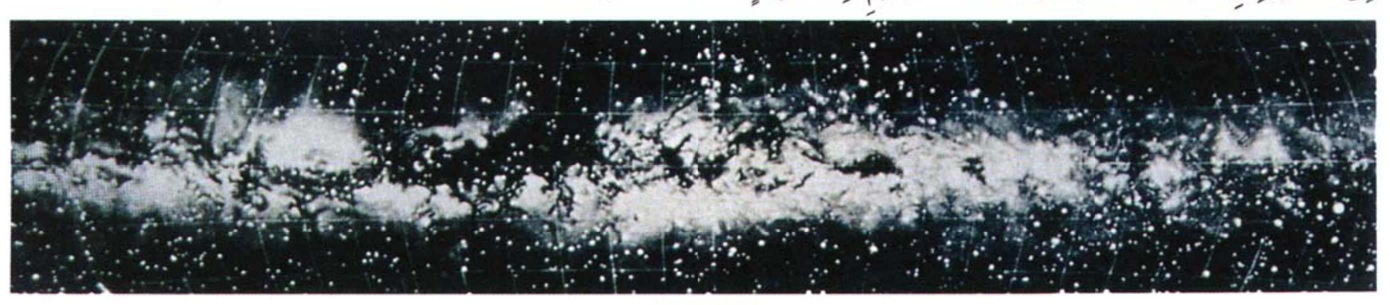
نجوم أقلة

تُشبه دَوْرةُ الغازِ في المَجرَّةِ دورةَ الماءِ عَلى الأرْضِ، يَقومُ الوَسَطُ البينجميُّ بِدَور الغِلافِ الجَويِّ وتَتكاثَفُ النُّجومُ، ومِنْ ثُمَّ تَعودُ فَتَتبخَّر، وَتَقومُ النُّجومُ الأعْظمُ كتلةً بإمْدادِ الوَسَطِ بِالطَّاقَةِ وَإنارَتِهِ، وَتَماماً مِثْلما تَفقدُ الكُرةُ الأرْضيَّةُ مَوادّ إلى الفَضاءِ بَيْنَ الكوكبيّ. (وَتَكتسبُ مَوادّ مِنهُ) تَقومُ المَجرّاتُ أيْضاً بِتَبادلِ المَوادّ مَعَ الفَضاء بَين المجريِّ.

مَجَرَّتُنا (دَرْبَ التبَّانَة)

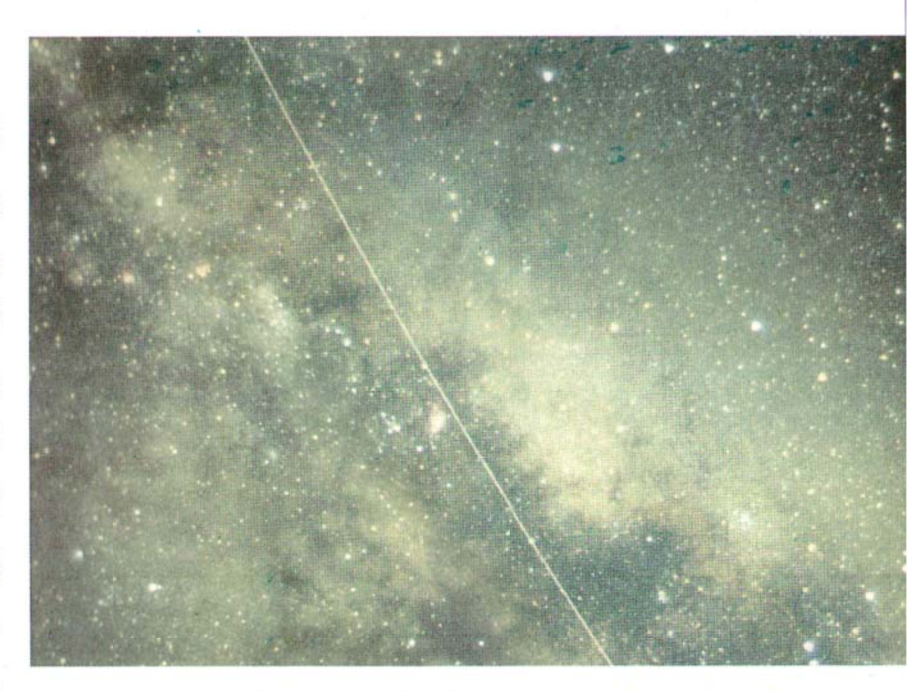
(الطَّرِيقَ اللَّبَنِيَّةَ) **Milky Way** هِيَ الْمَجَرَّةُ الَّتِي تَضُمُّ الْمَنْظُومَةَ الشَّمْسِيَّةَ، وَمِنْهَا أَرْضُنَا، كَمَا تَضُمُّ (1000) مِلْيُونِ نَجْمٍ بَعْضُهَا مِثْلُ شَمْسِنَا، وَبَعْضُهَا يَفُوقُ شَمْسَنَا حَجْماً بِمَلايِينِ الْمَرَّاتِ، كَمَا يَفُوقُهَا حَرَارَةً وَنُوراً، وَتَضُمُّ قَدْراً مِنَ الْكَواكِبِ، يُعْتَقَدُ أَنَّهُ يَفُوقُ عَدَدَ النُّجُومِ عِدَّةَ مَرَّاتٍ، بالإِضَافَةِ إِلَى تَوابِعِ تِلْكَ الْكَواكِبِ مِنْ أَقْمَارٍ وَحَلَقاتٍ، كَمَا تَضُمُّ مِلْيَاراتٍ مِنَ الْمُذَنَّباتِ وَالنَّيازِكِ وَالشُّهُبِ.

وَالنَّاظِرُ إِلَيْهَا جَانِبِيّاً يَرَاهَا عَدَسِيَّةَ الشَّكْلِ، أَمَّا النَّاظِرُ إِلَيْهَا مِنَ الأَعْلَى فَيَرَاهَا عَلَى شَكْلِ قُرْصٍ بَيْضَوِيٍّ تَنْتَهِي حَافَّتُهُ بِأَذْرُعٍ لَوْلَبِيَّةٍ.

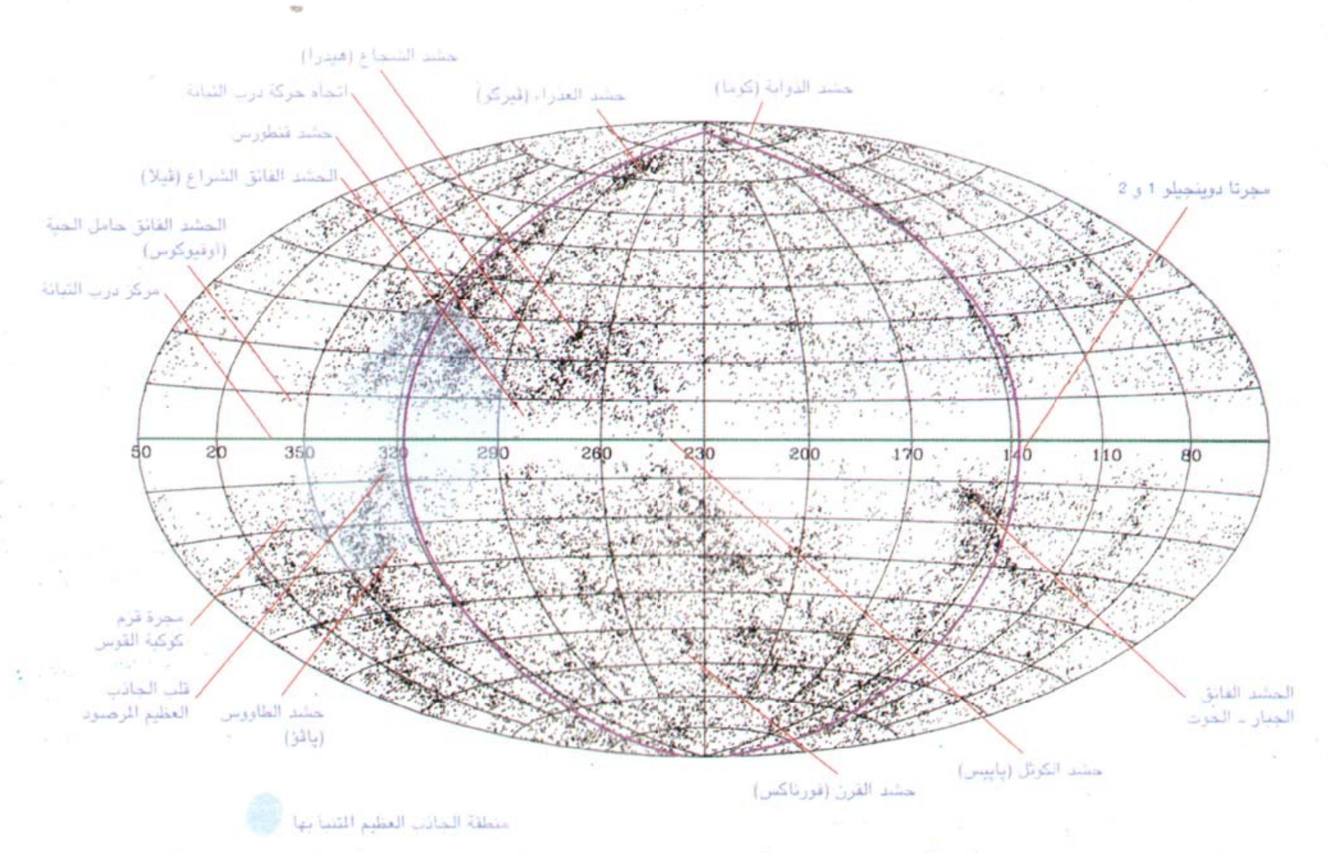


الطريق اللبنية

يُقَدَّرُ طُولُ الْمَجَرَّةِ بِـ (100) أَلْفِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، وَعَرْضُهَا بِـ (16) أَلْفَ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا بِسُرْعَةٍ فَائِقَةٍ، أَشَدُّهَا يَكُونُ عِنْدَ أَطْرافِهَا، حَيْثُ تُقَدَّرُ بِـ (1) مِلْيُونِ كِيلُومِتْرٍ فِي السَّاعَةِ الْوَاحِدَةِ، وَيُؤَدِّي دَوَرَانُهَا حَوْلَ نَفْسِهَا إِلَى تَدَفُّقِ الْغَازِ وَالأَتْرِبَةِ الْكَوْنِيَّةِ مِنَ الْمَرْكَزِ نَحْوَ الأَطْرَافِ، تَتَرَكَّزُ حَوْلَ الْمِحْوَرِ الْمَرْكَزِيِّ نُجُومٌ هَرِمَةٌ ذَاتُ نُورٍ أَحْمَرَ، بَيْنَمَا تَتَرَكَّزُ النُّجُومُ الْفَتِيَّةُ ذَاتُ النُّورِ الأَزْرَقِ السَّاطِعِ فِي الأَطْرَافِ وَفِي الأَذْرِعَةِ اللَّوْلَبِيَّةِ. وَرَغْمَ سُرْعَةِ دَوَرَانِ الْمَجَرَّةِ حَوْلَ نَفْسِهَا، فَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهَا تَحْتَاجُ إِلَى مُدَّةِ (250) مِلْيُونِ سَنَةٍ لِتُتِمَّ تِلْكَ الدَّوْرَةَ.



مَجَرَّتُنا دَرْبَ التبَّانَةَ وَهِيَ تُوَاجِهُ بُرْجَ القَوْسِ، وَيَمِرُّ أَمَامَهَا قَمَرٌ صُنعِيّ (الخَطّ الأَبْيَض).



300000 مجرَّةٍ، مُبيّنةٍ عَلى هَيئةِ نقاطٍ في هَذا الشَّكلِ، اختيرَتْ مِنْ ثَلاثةِ كاتالوكات فلكيَّةٍ مَعْروفَةٍ، وَتَظهرُ هَذهِ المَجرَّاتُ عَلى كامِلِ رقْعةِ السَّماءِ بِاسْتِثناءِ ما يُسمَّى مِنطقَة التَّفادي، الَّتي تُوافقُ مُستوى مَجرَّتِنا دَربِ التَّبانَةِ (خَط المَركَز الأخْضَرِ اللَّونِ) وخارِجَ هذِهِ المنْطَقةِ، تَميلُ المَجرَّاتُ إلى التَّكتُّلِ قُرْبَ خَطٍّ يُشيرُ إلى المُستَوى فَوقَ المَجريِّ (الخَط الأرْجوانيّ).

هُوَ أَقْرَبُ إِلَى حَافَّةِ الْمَجَرَّةِ مِنْهُ إِلَى مَرْكَزِهَا. وَتَبْعُدُ عَنْ ذَلِكَ الْمَرْكَزِ بِمِقْدَارِ (30) أَلْف سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.

كَيْفَ تكوَّنَت دَرْبُ التَّبانَةِ؟

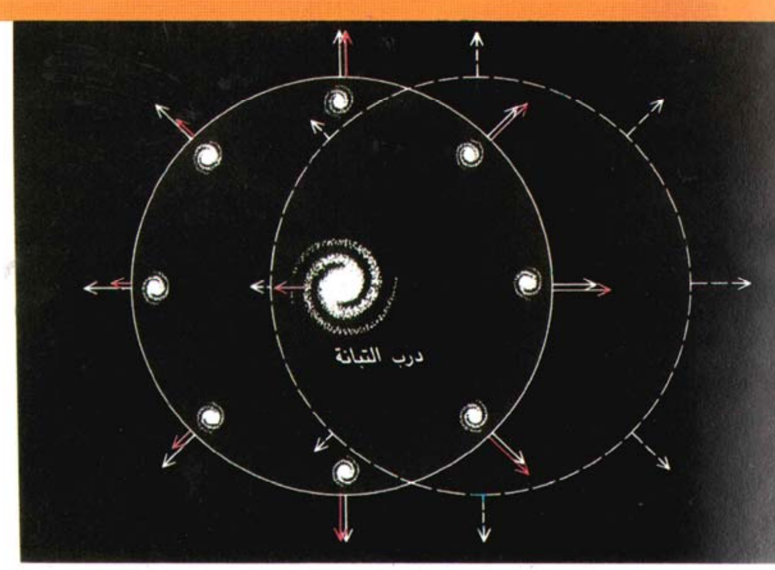
تُوحي الأَدِلَّةُ بِأَنَّ مَجَرَّتَنا (دَرْبَ التَّبانَةِ) نَشَأَتْ نَتيجَةَ انْهيارِ غَيْمَةٍ غازِيَّةٍ ضَخْمَةٍ. بَيْدَ أَنَّ هَذا الكَلامَ لا يُمْكِنُ أن يَروي القِصَّةَ كامِلَةً، ذلِكَ أن الأَرْصادَ الحَديثَةَ أَجْبَرَتِ الباحِثينَ - الذينَ يُؤَيِّدونَ فَرَضِيَّةَ تَكَوُّنِ مَجَرَّتِنا نَتيجَةَ انْهيارٍ بَسيطٍ وَسريعٍ - عَلى أن يُجْروا تَعْديلاتٍ عَلى أَفْكارِهِمْ بِعِدَّةِ أَساليبَ مُهِمَّةٍ.



هَذه مَجرَّتنا كَمَا تَخيَّلها أَحَد الفَنَّانين، وَفيهَا تَبدو مَجْموعَتنَا الشَّمْسيَّة (بِاللَّونِ الأَصفَر) وَمُحِيط المَجَرة أَقْربُ إِليهَا مِنْ مَركَزِهَا.

وَقَدْ قادَتِ المَعْلوماتُ الجَّديدَةُ باحِثينَ آخَرينَ إِلى الافْتِراضِ بِأَنَّهُ جَرى انْدماجُ عِدَّةِ شَظايا مِنْ غُيومٍ غازِيَّةٍ لِتَوْليدِ المَجَرَّةِ البِدائِيَّةِ لِدَرْبِ التَّبانَةِ، وَالَّتي انْهارَتْ بَعْدَ ذَلِكَ.

وثَمَّةَ أَفْكارٌ مُخْتَلِفَةٌ أُخْرى تَلْقى دَعْماً قَوِيّاً مِنْ قِبَلِ العُلَماءِ، لَكِنَّ الباحِثينَ - عَلى اخْتِلافِ اتِّجاهاتِهِمْ - يُسَلِّمونَ بِأَنَّ وِلاداتِ النُّجومِ وَالمُسْتَعِراتِ العُظْمى، أَسْهَمَتْ في تَحْديدِ الشَّكْلِ العامِ لِدَرْبِ التَّبانَةِ. وَفي الحَقيقَةِ، فَإِنَّ تَكَوُّنَ النُّجومِ وانْفِجارَها يَقومانِ حَتَّى هَذهِ اللَّحْظَةِ بِإِحْداثِ تَغْييراتٍ أُخْرى في بُنْيَةِ المَجَرَّةِ وبِالتَّأْثيرِ في مَصيرِها النِّهائِيِّ.



كَانَ أَوَّل مَن ادَّعَى أَنَّ مَجَرَّتَنَا دَرْبُ التَّبَانَة تَتَحرك عَبْرَ الفَضَاء كُلٌّ مِنْ روبن و فورد جونير مِن مَعْهَد كارنيكي في واشنطن عام 1975م. وَيُبيِّن هَذَا الشَّكل اسْتراتيجيتهُمَا الرَّصديَّة. وَقَد اختَارَا عَينَة مِنَ المَجرَّات تُحيط بِدرْب التَّبَانَة، وَتَبْعُد عَنْهَا مَسَافَة قُصِدَ أَنْ تَكُونَ ثَابتَة تَقْريباً. وَوفْقاً لِمخطَّط هَابل، فإنَّ سرعَة التبَاعُد التَّي تَتَحرك بِهَا هَذه العَينَة مِن المَجرَّات يَجب أنْ تَكُون وَاحِدة في جَمِيع الاتجَاهَات (الأَسْهُم البَيْضَاء). وَفي الوَاقع، فَقَد بَدا أَنَّ المَجرَّات في أَحَد جَانِبي السَّمَاء تَسِير بسرعَة أَكْبر من المَجرَّات في الطَّرف الآخَر (الأَسْهُم الحَمْرَاء). وهَذا يُوحِي أَنَّ مَجرتنَا نَفْسَهَا تَتَحرك. لَكنَّ هَذا الاكْتِشَاف مَشُوب بالشكِّ، فَإذَا كَانَت المَجرَّات العَينَة أقْرَب إلى دَربِ التَّبَانَة في أَحَدِ الاتجاهَات (الدَّائرة المُتقطِّعة)، فَإنَّ الفرقَ المَرْصُود في سُرعَات التباعُد يُمكِن أنْ يُعَلَّل تَمَاماً بِعلاَقة هَابل بَينَ الانْزيَاح نَحوَ الأَحمَر لِمجَرَّة وَ بُعدِهَا عَنَّا.

وَتُصَنَّفُ مَجَرَّتُنا فِي عِدَادِ أَكْبَرِ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ ذَاتِ التَّأَلُّقِ الشَّدِيدِ وَالكُتْلَةِ الضَّخْمَةِ. أَمَّا بِالنِّسْبَةِ لِعُمْرِهَا فَتُصَنَّفُ بَيْنَ الْمَجَرَّاتِ الَّتِي بَلَغَتْ مَرْحَلَةَ النُّضْجِ. وَيُقَدَّرُ مَا تَحْوِيهِ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ فِي الْفَرَاغِ الْقَائِمِ بَيْنَ نُجُومِهَا بِقَدْرِ مَا تَحْوِيهِ مِنْ نُجُومٍ فِي ثَنَايَاهَا، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهُ لاَ زَالَ أَمَامَهَا مِنَ الْعُمْرِ قَدْرٌ يُعَادِلُ مَا مَضَى مِنْـهُ.

وَبِمَا أَنَّنَا جُزْءٌ مِنْ هَذِهِ الْمَجَرَّةِ، فَإِنَّهَا الْمَجَرَّةُ الْوَحِيدَةُ الَّتِي نَرَاهَا بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، عَلَى شَكْلِ غُيُومٍ خَفِيفَةٍ بَيْضَاءِ اللَّوْنِ بَاهِتَةٍ وَمُمْتَدَّةٍ فِي السَّمَاءِ بِشَكْلِ شَرِيطٍ مُتَتَابِعٍ، عِنْدَمَا تَكُونُ السَّمَاءُ صَافِيَةً، وَبِخَاصَّةٍ فِي مَطْلَعِ الشَّهْرِ وَنِهَايَتِهِ عِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ فِي الْمُحَاقِ أَوْ عَلَى شَكْلِ هِلاَلٍ حَيْثُ يَخْتَفِي مَعَ بِدَايَةِ اللَّيْلِ خَلْفَ الأُفُقِ. وَتَقَعُ شَمْسُنَا وَكَوَاكِبُهَا فِي مَكَانٍ

عُمْرُ الْمَجَرَّاتِ

يُقَاسُ عُمْرُ الْمَجَرَّاتِ بِسُرْعَةِ التَّطَوُّرَاتِ الَّتِي تَحْدُثُ فِيهَا وَبِمِقْدَارِ مَا تَضُمُّهُ الْمَجَرَّةُ مِنْ غَازٍ وَغُبَارٍ كَوْنِيٍّ؛ وَعَلَى هَذا، تَكُونُ الْمَجَرَّاتُ الصَّغِيرَةُ أَسْبَقَ إِلَى الشَّيْخُوخَةِ فَالْهَرَمِ مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْكَبِيرَةِ.

وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، يُمْكِنُ الْحُكْمُ عَلَى عُمْرِ الْمَجَرَّةِ مِنْ خِلالِ عِدَّةِ أُمُورٍ هِيَ:

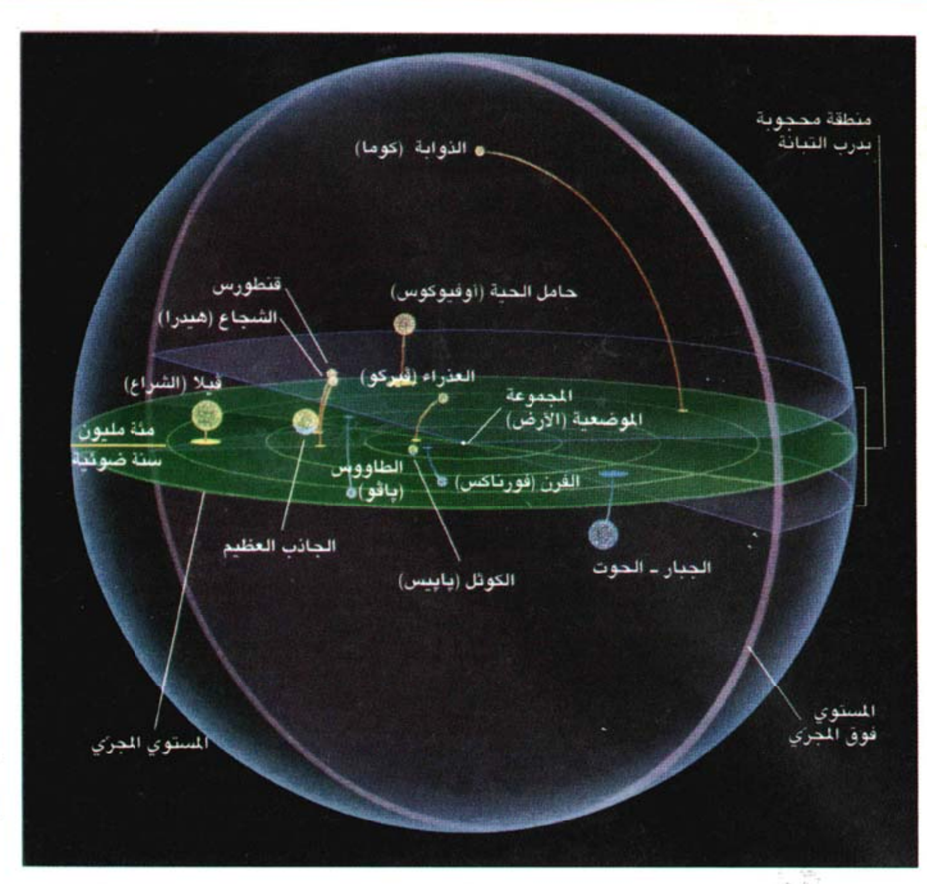
أ ـ مِقْدارُ الْكَثَافَةِ فِيهَا:

إِذْ كُلَّمَا كَانَتْ كَثَافَةُ الْمَجَرَّةِ أَكْبَرَ، كَانَ احْتِيَاطِيَّاهَا مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ الْمُوَلِّدَيْنِ لِلنُّجُومِ أَكْثَرَ. وَهَذا مَا يُعْطِيهَا عُمْراً أَطْوَلَ.

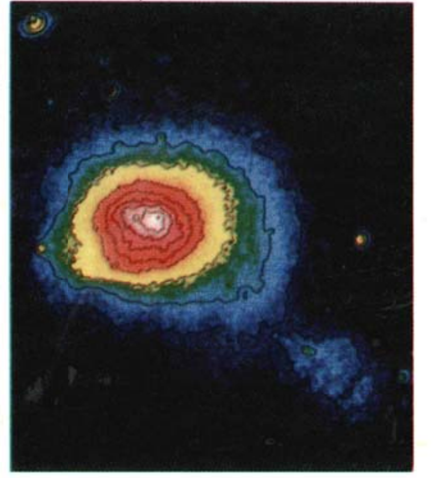
ب ـ شَكْلُ الْمَجَرَّاتِ:

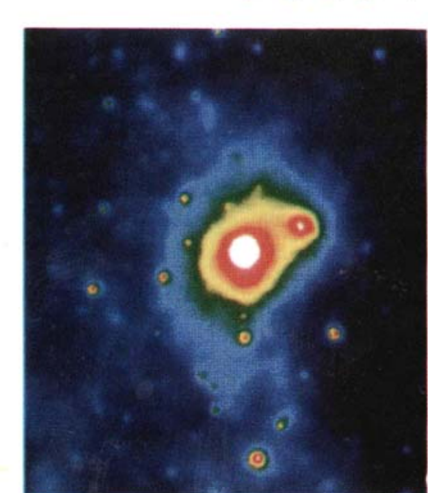
الْمَجَرَّاتُ الَّتِي لاَ يَزالُ شَكْلُهَا عَشْوائِيّاً غَيْرَ مُحَدَّدٍ هِيَ مَجَرَّاتٌ شَابَّةٌ، إِذْ لاَ زَالَتْ فِي أَوَّلِ مَرْحَلَةٍ مِنْ مَراحِلِ تَطَوُّرِهَا، فَهِيَ تَحْتَفِظُ بِكَامِلِ غَازِهَا وَغُبَارِهَا، وَيَنْتَظِرُهَا عُمْرٌ مَدِيدٌ.

وَتَأْتِي بَعْدَهَا مُباشَرَةً، مِنْ حَيْثُ الْفُتُوَّةُ وَالشَّبابُ، الْمَجَرَّاتُ اللَّوْلَبِيَّةُ ذَاتُ الْمِحْوَرِ الْمُشابِهِ لِلْعَصَا أَوْ لِلُفَافَةِ التَّبْغِ، وَذَاتُ الذِّراعَيْنِ الْحَلَزُونِيَّيْنِ، إِذْ تَبَيَّنَ أَنَّ الْمُرَكَّبَاتِ الْغَازِيَّةَ وَالْغُبارِيَّةَ الْمُحِيطَةَ بِمِحْوَرِهَا الْعَصَوِيِّ كَثِيفَةٌ لِدَرَجَةِ اللُّزُوجَةِ، وَهَذا مَا أَعْطَى تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ شَكْلَهَا ذَاكَ. كَمَا تَبَيَّنَ أَنَّ الْغَازَ الْقَائِمَ بَيْنَ النُّجُومِ فِيهَا هُوَ فِي غَايَةِ التَّوَهُّجِ، وَمَعَ أَنَّهَا تَضُمُّ نُجُوماً قَيْفَاوِيَّةً وَأُخْرَى عَمَالِقَةً وَنُجُوماً مُتَجَدِّدَةً، فَإِنَّ عَدَدَ تِلْكَ النُّجُومِ يَظَلُّ مَحْدُوداً فِيهَا. وَقَدْ أَطْلَقَ الْعُلَماءُ عَلَى هَذا النَّوْعِ مِنَ الْمَجَرَّاتِ اسْمَ (الْمَجَرَّاتِ الْجَنِينِيَّةِ) - أَيْ (حَاضِنَةِ النُّجُومِ).

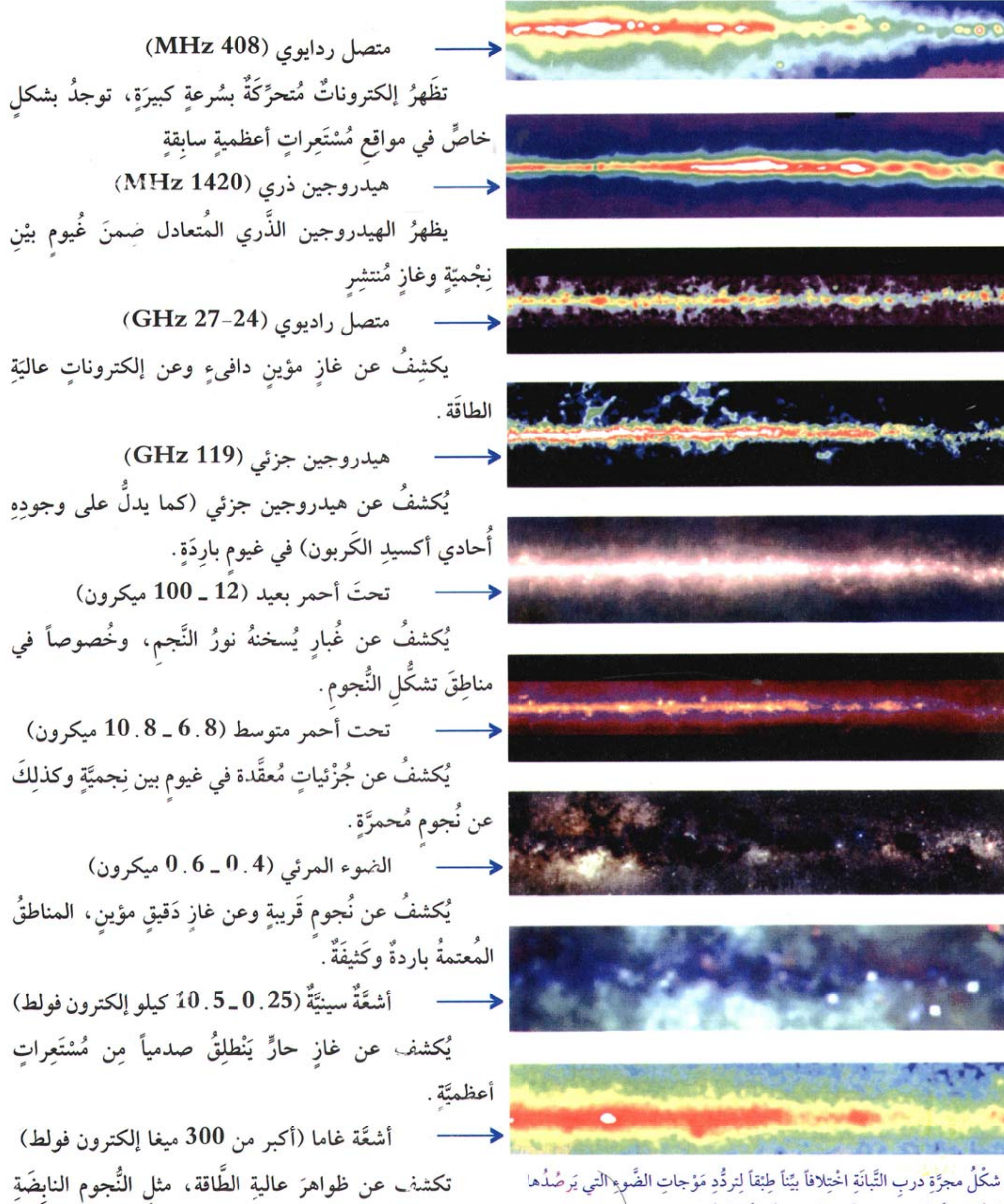


يُظهرُ هَذا المَنْظرُ المَوضعيُّ الثُّلاثيُّ الأبْعادِ لِلعالَم التَّوزُّع غَيرَ المُنتظم لِحُشودِ المَجرَّاتِ. وَتمثِّل الكُرةُ الزَّرقاءُ مَسافَةً مِن دَربِ التَّبَّانَةِ قَدرُها 400 مليون سنةٍ ضَوئيَّةٍ، والمُستوى الأخْضَر هُوَ المُستوَى المَجريُّ مُمْتَداً إلى الفَضاءِ المَجريِّ (ما بَينَ المَجرَّاتِ) وتمثِّلُ المَجْموعَةُ الصَّغيرةُ مِنَ النِّقاطِ حُشوداً مَجريَّةً، أمَّا الدَّوائرُ فَهِيَ مَساقطُها عَلى المُستوى المَجريِّ. ويَقعُ كَثيرٌ مِنَ الحُشودِ المَجريَّةِ إمَّا عَلَى المُستَوى فَوقَ المَجريِّ وَإمَّا قَريباً مِنهُ (اللَّون الأرْجُواني)، ويَخْتَفي بَعْضُها في منْطِقةِ التَّفادي (الإسفين الرمادي اللون).





تُظهرُ صورُ الأشِعَّةِ السِّينيَّة لِحَشدي الذُّؤابةِ (في اليَسار) وَالعَذراءِ (في اليَمين) الغازَ الحار بَينَ المَجريِّ الَّذي يُهَيْمن عَلى الجُزءِ المُضيءَ مِنْ هَذينِ الحَشدينِ. ولِلغازِ المَوْجودِ في حَشدِ الذُّؤابةِ شكلٌ أكْثَر انْتِظاماً مِنَ الغازِ في حَشدِ العَذْراءِ، وهَذا يُوحي بِأنَّ حَشدَ الذُّؤابَةِ بَلَغ مَرحلَة تكوُّنٍ مُتقدِّمةً. وَكلا الحَشدين مُحاطٌ بِمادَّة تَتَساقطُ نَحوَ الدَّاخِلِ.



متصل ردايوي (408 MHz)

تظهرُ إلكتروناتٌ مُتحرِّكَةٌ بسُرعةٍ كبيرَةٍ، توجدُ بشكلٍ خاصٍّ في مواقعِ مُستَعِراتٍ أعظميةٍ سابِقةٍ

هيدروجين ذري (1420 MHz)

يظهرُ الهيدروجين الذَّري المُتعادل ضِمنَ غُيومٍ بيْنِ نِجْميَّةٍ وغازٍ مُنتشِرٍ

متصل راديوي (24-27 GHz)

يكشِفُ عن غازٍ مؤينٍ دافىءٍ وعن إلكتروناتٍ عاليَةِ الطاقَة.

هيدروجين جزئي (119 GHz)

يُكشفُ عن هيدروجين جزئي (كما يدلُّ على وجودِهِ أُحادي أكسيدِ الكَربون) في غيوم بارِدَةٍ.

تحتَ أحمر بعيد (12 ـ 100 ميكرون)

يُكشفُ عن غُبارٍ يُسخنهُ نورُ النَّجمِ، وخُصوصاً في مناطِقَ تشكُّلِ النُّجومِ.

تحت أحمر متوسط (6.8 ـ 10.8 ميكرون)

يُكشفُ عن جُزْئياتٍ مُعقَّدة في غيومٍ بين نِجميَّةٍ وكذلِكَ عن نُجومٍ مُحمرَّةٍ.

الضوء المرئي (0.4 ـ 0.6 ميكرون)

يُكشفُ عن نُجومٍ قَريبةٍ وعن غازٍ دَقيقٍ مؤينٍ، المناطقُ المُعتمةُ باردةٌ وكَثيفَةٌ.

أشعَّةٌ سينيَّةٌ (0.25 ـ 0.5 ـ 10 كيلو إلكترون فولط)

يُكشفُ عن غازٍ حارٍّ يَنْطلِقُ صدمياً مِن مُسْتَعِراتٍ أعظميَّةٍ.

أشعَّة غاما (أكبر من 300 ميغا إلكترون فولط)

تكشفُ عن ظواهرَ عاليةِ الطَّاقة، مثلِ النُّجومِ النابِضَةِ وتصادُمات أشعةٍ كونيَّةٍ.

يخْتلِفُ شكْلُ مجرَّة دربِ التَّبانَةِ اخْتلافاً بيِّناً طِبْقاً لتردُّدِ مَوْجاتِ الضَّوءِ التي يَرصُدُها بِهِ الفلَكيُّونَ. فقبْلَ خَمْسينَ عاماً، عِنْدَما كانَ الفَلَكيُّونَ مُقيدينَ بالضوءِ المرئي، بدا الغازُ البين نجمي مُجرَّدَ تَشويشٍ، يُعيقُ رُؤيَةَ النُّجوم التي كانَتْ المقْصودَةَ بالدِّراسةِ في المقامِ الأوَّلِ. أمَّا اليوم فيَعتَقِدُ العُلَماءُ أنَّ دورَ الغازِ في تَطوُّرِ المَجرَّةِ رُبَّما يُعادِلُ دوْرَ النُّجومِ في هَذا الشأن.



تَتميَّز المَجرة M82 (b و a) التي تَبعد عَن الأرض نَحو 10 مَلايين سَنة ضَوئيَّة، بِتَدفق مِن غاز مُتوهج صادِر عَن المِنطَقة المُحيطَة بِقَلبِها. وقَد استنتَج الفَلكيون أنَّ هَذا الجَيَشان نَاجم عَن التَكون السَّريع للنُجوم قُرب نُواة المَجرة. وتُؤدي الحَرارَة والإشعاع النَاتِجَان إلى دَفع الغُبار والغَاز الصَادرَين عن قُرص المَجرة نَحو الفَضَاء الكائِن بَين المَجرَات. ومن المُمكن أن يَكُون الدَّافع لنَشاط المَجرَّة هو التَفاعل مَع جَارتِها M81.

ج ـ النُّجُومُ اللاَّمِعَةُ فِي الْمَجَرَّاتِ :

تَشَكُّلُ النُّجُومِ اللامِعَةِ، ذَاتِ الْحَرارَةِ الْعَالِيَةِ، فِي الْمَجَرَّةِ، يُطِيلُ فِي عُمْرِهَا، إِذْ بَيَّنَتِ الدِّراسَاتُ أَنَّهُ لاَ بُدَّ مِنْ فَنَاءِ مِثْلِ هَذِهِ النُّجُومِ لِيَبْدأَ تَشَكُّلُ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ، لأَنَّ حَرارَتَهَا الْعَالِيَةَ تَمْنَعُ تَكَاثُفَ الْغَازِ وَالْغُبارِ الْكَوْنِيِّ الْقَائِمِ حَوْلَهَا فِي الْمَجَرَّةِ، وَهَذا مَا يُوفِّرُ لِلْمَجَرَّةِ احْتِيَاطِيّاً كَبِيراً مِنْهُمَا يُسَاعِدُ فِي الْمُسْتَقْبَلِ عَلَى وِلادَةِ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ فِيهَا، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي مَجَرَّتِنَا.

الأَعْمَارُ الْمُقَدَّرَةُ لِلأَنْواعِ الْمُخْتَلِفَةِ مِنَ الْمَجَرَّاتِ

الْمَجَرَّاتُ الإهليلجية :

مَا يَزِيدُ عَلَى (10.000.000.000) سَنَةٍ.

الْمَجَرَّاتُ اللَّوْلَبِيَّةُ :

ـ الأَذْرُعُ : (10.000.000 ـ 50.000.000) سَنَةٍ.

ـ النَّوَاةُ : (10.000.000.000) سَنَةٍ.

الْمَجَرَّاتُ غَيْرُ الْمُنْتَظِمَةِ : (400.000.000) سَنَةٍ.

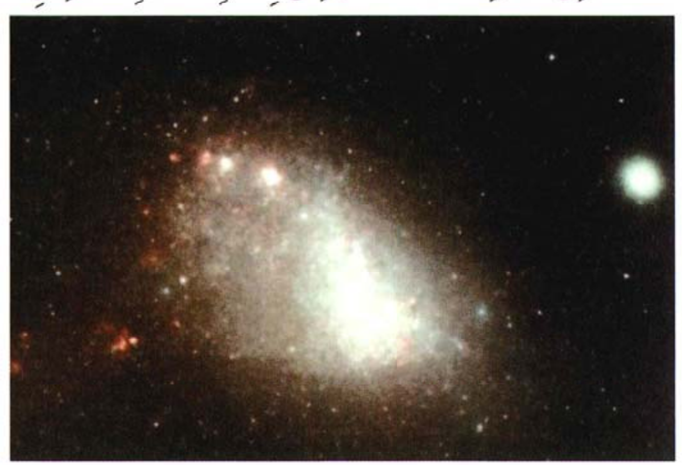
حُشُودُ الْمَجَرَّاتِ : أَقَلُّ مِنْ (10.000.000.000) سَنَةٍ.

تَوْقِيتُ نُشُوءِ الْمَجَرَّاتِ

تَساءَلَ الْعُلَمَاءُ عَمَّا إِذَا كَانَتْ جَمِيعُ الْمَجَرَّاتِ قَدْ نَشأَتْ فِي زَمَنٍ وَاحِدٍ، ثُمَّ أَدَّتْ وَفْرَةُ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ فِي بَعْضِهَا، وَقِلَّتُهُمَا فِي الْبَعْضِ الآخَرِ إِلَى إِطَالَةِ عُمْرِ النَّوْعِ الأَوَّلِ وَقِصَرِ عُمْرِ النَّوْعِ الثَّانِي. وَبَعْدَ دِرَاسَاتٍ مُطَوَّلَةٍ، وَرَصْدٍ مُسْتَمِرٍّ، تَبَيَّنَ أَنَّ تَشَكُّلَ الْمَجَرَّاتِ كَانَ مُتَتَالِياً، وَأَنَّ

هُنَاكَ مَجَرَّاتٍ سَبَقَتْ غَيْرَهَا إِلَى التَّشَكُّلِ، وَأَنَّ مَجَرَّاتٍ أُخْرَى هِيَ فِي طَرِيقِهَا إِلَى التَّشَكُّلِ.

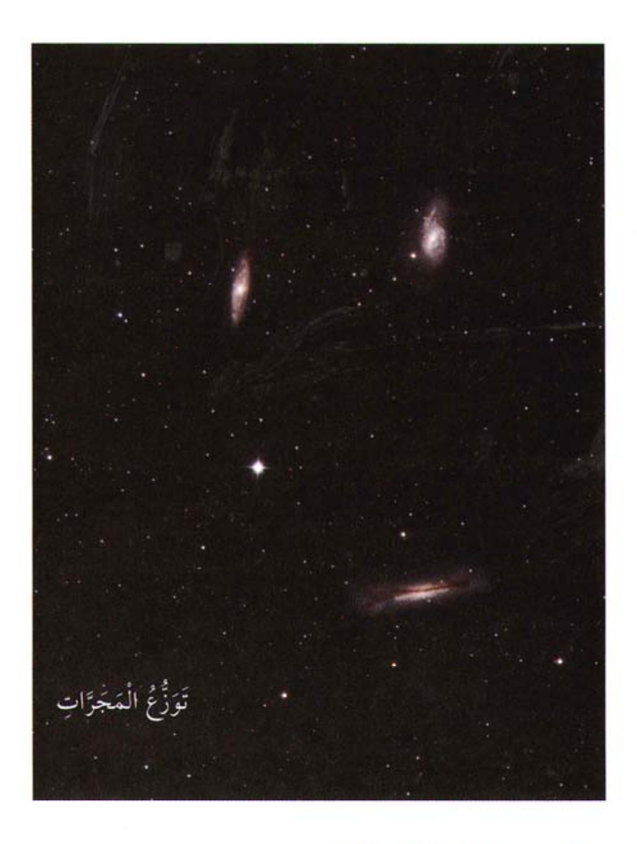
وَقَدْ ثَبَتَ لِهَؤُلاَءِ الْعُلَمَاءِ أَنَّ مَجَرَّتَيْ (مَاجِلاَّن) هُمَا أَحْدَثُ مِنْ مَجَرَّتِنَا لأَنَّهُمَا أَكْثَرُ غِنَىً بِالْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ.



عَلَى بُعْدِ (157) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً مِنَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، تَقَعُ (مَجَرَّةُ مَاجِلاَّنَ الْكُبْرَى). وَعَلَى بُعْدِ (167) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً مِن الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، تَقَعُ (مَجَرَّةُ مَاجِلاَّنَ الصُّغْرَى). وَتَبْعُدُ إِحْدَاهُمَا عَنِ الأُخْرَى حَوَالَيْ (45) دَرَجَةَ طُولٍ سَمَاوِيَّةٍ. تَقَعُ (سَحَابَةُ مَاجِلاَّنَ الْكُبْرَى) قُرْبَ نَجْمِ بَاءِ كَوْكَبَةِ (الشُّجَاعِ الذَّكَرِ)، أَمَّا (سَحَابَةُ مَاجِلاَّنَ الصُّغْرَى) فَتَقَعُ قُرْبَ النَّجْمِ الْقَرِيبِ مِنَ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ فِي كَوْكَبَةِ (الْحُوتِ الذَّهَبِيِّ). وَتُعْتَبَرُ هَاتَانِ الْمَجَرَّتَانِ مِنْ أَعْظَمِ أَجْرَامِ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ اسْتِلْفَاتاً لِلنَّظَرِ، إِذْ تَظْهَرَانِ بِصُورَةٍ جَلِيَّةٍ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ ، حَتَّى إِنَّ (مَجَرَّةَ مَاجِلاَّنَ الْكُبْرَى) تَظَلُّ مَرْئِيَّةً فِي اللَّيَالِي الْمُقْمِرَةِ، كَمَا أَنَّ جَمْعاً مِنَ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِي هَذِهِ الْمَجَرَّةِ، يُمْكِنُ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ أَنْ تَرَاهُ فِي اللَّيَالِي الْمُظْلِمَةِ إِذَا مَا سَدَّدْنَا نَظَرَنَا مِنْ خِلاَلِ نُجُومِ الْكَوْكَبَةِ الَّتِي دَعَوْنَاهَا الطُّوقَان. لِذَا أَطْلَقَ الْعُلَمَاءُ الْفَلَكِيُّونَ عَلَى تِلْكَ النُّجُومِ الْمَجَرِّيَّةِ اسْمَ (حَشْدُ الطُّوقَان).

تَوَزُّعُ الْمَجَرَّاتِ

تَبْدُو لَنَا بَعْضُ الْمَجَرَّاتِ، عِنْدَ رَصْدِهَا، وَكَأَنَّهَا مُتَتَابِعَةٌ عَلَى خَطٍّ طُولِيٍّ يُسَايِرُ خَطَّ نَظَرِنَا، بَيْنَمَا يَبْدُو بَعْضُهَا الآخَرُ مُتَتَابِعاً عَلَى خَطٍّ عَرْضِيٍّ مُوَاجِهٍ لَنَا، وَهُنَاكَ نَوْعٌ ثَالِثٌ لاَ يَبْدُو مِنْهُ أَكْثَرَ مِنْ ثَلاثَةِ أَرْبَاعِهِ، وَيَخْتَفِي الرُّبْعُ الآخَرُ فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ بِحَيْثُ لا يَصِلُهُ رَصْدُنَا.



تَوَزُّعُ الْمَجَرَّاتِ

الْمَجَرَّاتُ الْقَصِيَّةُ

مَرَّ مَعَنَا أَنَّ الْفَلَكِيَّ (هابل) قَدْ صَنَّفَ الْمَجَرَّاتِ الَّتِي قَامَ بِرَصْدِهَا عَلَى مَدَى سَنَواتٍ طَوِيلَةٍ فِي ثَلاثَةِ أَصْنافٍ رَئِيسَةٍ هِيَ : الْمَجَرَّاتُ غَيْرُ الْمُنْتَظِمَةِ، وَالْمَجَرَّاتُ اللَّوْلَبِيَّةُ، ثُمَّ الْمَجَرَّاتُ الْبَيْضَوِيَّةُ. وَأَدْرَجَ كُلَّ مَا كَانَ مَعْرُوفاً مِنْ مَجَرَّاتٍ فِي عَهْدِهِ تَحْتَ هَذِهِ الأَصْنافِ الثَّلاثَةِ.

إِلاَّ أَنَّ الْمَراصِدَ الضَّخْمَةَ الْحَدِيثَةَ كَشَفَتْ عَنْ مَجَرَّاتٍ حَدِيثَةٍ تَقْبَعُ فِي أَمَاكِنَ قَصِيَّةٍ مِنَ الكَوْنِ خَلْفَ مَا كَانَ قَدْ كُشِفَ عَنْهُ مِنْ مَجَرَّاتٍ . وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ لِتِلْكَ الْمَجَرَّاتِ الْقَاصِيَةِ خَمْسَةَ أَنْوَاعٍ مُتَمَيِّزَةٍ هِيَ :

1 . الْمَجَرَّاتُ الْمُمَزَّقَةُ :

تَبْدُو الْمَجَرَّةُ مِنْ هَذَا النَّوْعِ لِعَيْنِ الرَّاصِدِ كَمِزَقٍ كَبِيرَةِ الْعَدَدِ، لا تَتَّصِلُ مَعَ بَعْضِهَا رَغْمَ اقْتِرَابِهَا، مِمَّا يُشْعِرُنَا بِأَنَّهَا كَانَتْ مَجَرَّةً وَاحِدَةً ثُمَّ أَصَابَهَا التَّمَزُّقُ.

2 . الْمَجَرَّاتُ الْمُزْدَوَجَةُ :

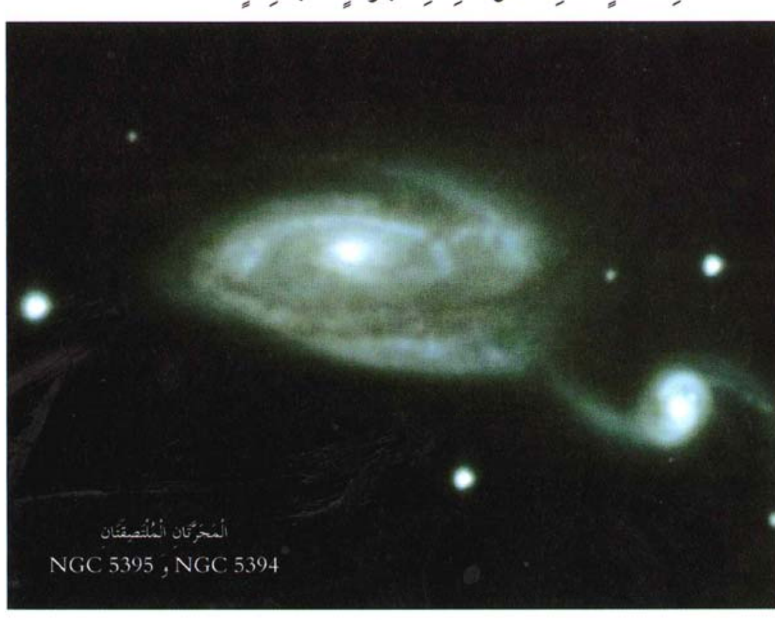
تَبْدُو عَلَى شَكْلِ مَجَرَّتَيْنِ مُتَقَابِلَتَيْنِ، تُشَكِّلُ النُّجُومُ الْمُتَوَازِيَةُ فِي كُلٍّ مِنْهُمَا خَطّاً يُوَازِي خَطَّ النُّجُومِ الآخَرِ فِي الْمَجَرَّةِ الثَّانِيَةِ، وَيَمْتَدَّانِ هَكَذَا مَسَافَةَ أُلُوفِ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةِ، وَمِنْهَا الْمَجَرَّةُ (M51).

3. الْمَجَرَّاتُ الْمُزْدَوَجَةُ الدَّوَّارَةُ:

تَبْدُو هَذِهِ الْمَجَرَّاتُ عَلَى شَكْلِ أَزْوَاجٍ، كُلُّ زَوْجٍ مِنْهَا يَتَأَلَّفُ مِنْ مَجَرَّتَيْنِ تَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا، وَتَنْتَزِعُ كُلٌّ مِنْهُمَا مِنَ الأُخْرَى حُزَماً مِنَ النُّجُومِ وَمِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ الْمُحِيطَيْنِ بِتِلْكَ النُّجُومِ.

4. الْمَجَرَّاتُ الْبَيْضَوِيَّةُ الْمُتَفَجِّرَةُ:

وَهِيَ تُشْبِهُ، مِنْ حَيْثُ الشَّكْلِ، الْمَجَرَّاتِ الْبَيْضَوِيَّةَ الَّتِي أَشَارَ إِلَيْهَا (هابل). وَلَكِنَّهَا تَخْتَلِفُ عَنْهَا فِي أَنَّهَا تُطْلِقُ فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ أَلْسِنَةً هَائِلَةً مِنَ اللَّهَبِ ذَاتَ لَمَعَانٍ شَدِيدٍ، يُقَدَّرُ طُولُ كُلِّ لِسَانٍ مِنْهَا بِمِئَاتِ أُلُوفِ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةِ، أَيْ لِمَسَافَةٍ تُعَادِلُ طُولَ عِدَّةِ مَجَرَّاتٍ مُجْتَمِعَةٍ.



الْمَجَرَّتَانِ الْمُلْتَصِقَتَانِ NGC 5394 و NGC 5395

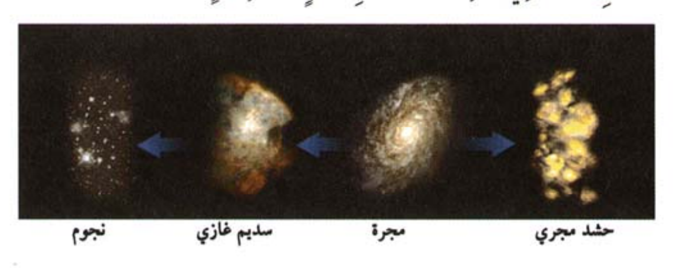
5. الْمَجَرَّاتُ الْمُزْدَوِجَةُ الْمُلْتَصِقَةُ:

وَتَتَأَلَّفُ مِنْ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمَجَرَّاتِ، كُلُّ مَجَرَّتَيْنِ مِنْهَا مُلْتَصِقَتَانِ بِبَعْضِهِمَا، وَتُحِيطُ بِكُلِّ زَوْجٍ مِنْ هَذِهِ الْمَجْمُوعَةِ نُتَفٌ مِنْ كِلَيْهِمَا، تَضُمُّ نُجُوماً وَغَازاً وَغُبَاراً كَوْنِيّاً، وَتَقُومُ تِلْكَ النُّتَفُ بِالدَّوَرَانِ حَوْلَ الْمَجَرَّتَيْنِ، وَتُرْسِلُ مِثْلُ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ إِلَى مَرَاكِزِ الرَّصْدِ الْكَوْنِيِّ مَوْجَاتٍ لاَسِلْكِيَّةً كَثِيفَةً وَشَدِيدَةً، رَغْمَ الْبُعْدِ الشَّاسِعِ الَّذِي تَقْطَعُهُ.

الْحُشُودُ الْمَجَرِّيَّةُ

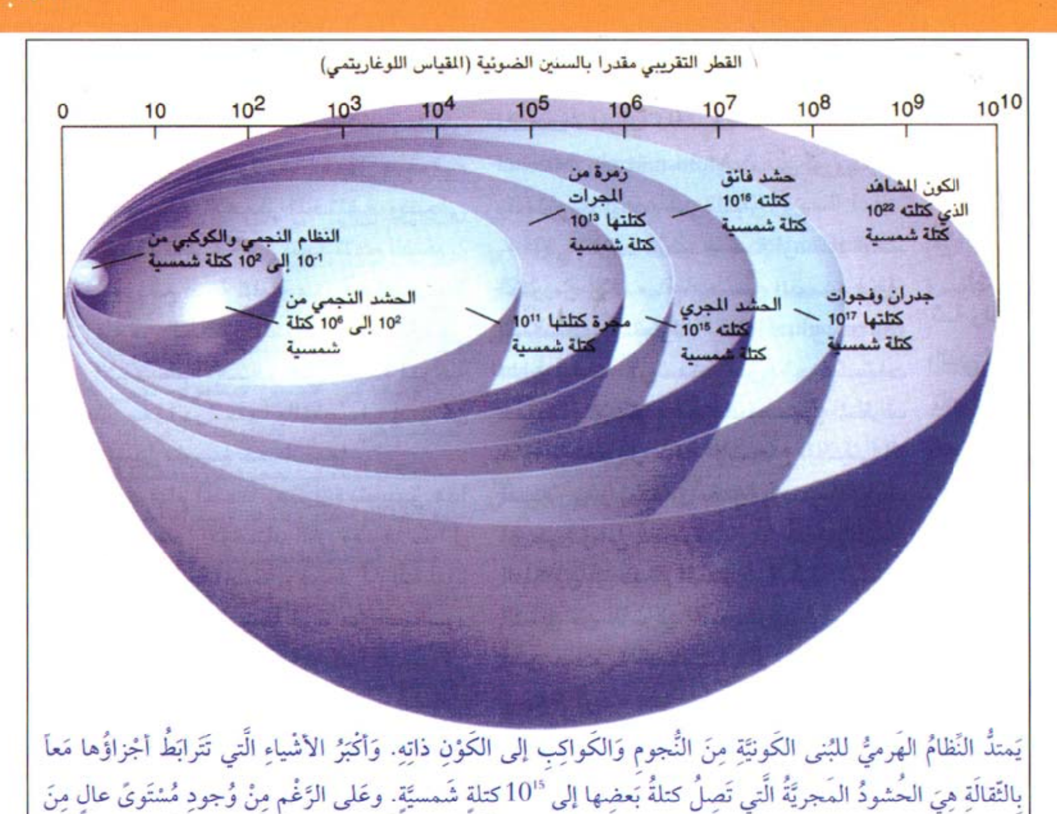
(الْمَجَرَّاتُ ذَاتُ التَّطَوُّرِ الْمَوْقُوفِ). لاَحَظَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ أَنَّ عَدَداً كَبِيراً مِنَ الْمَجَرَّاتِ يَكُونُ مُتَقَارِباً مِنْ بَعْضِهِ عَلَى شَكْلِ حَشْدٍ، كَالْحَشْدِ الْمُسَمَّى (الذُّؤابَة) الَّذِي يَضُمُّ (800) مَجَرَّةٍ مُتَنَوِّعَةٍ، إِذْ مِنْهَا مَا هُوَ مِغْزَلِيٌّ، وَمِنْهَا مَا هُوَ بَيْضَوِيٌّ، وَمِنْهَا مَا هُوَ شَدِيدُ التَّسَطُّحِ.

وَلَكِنَّ الْغَرِيبَ فِي الأَمْرِ، أَنَّهَا تَخْلُو مِنَ النَّوْعِ اللَّوْلَبِيِّ، وَأَنَّهَا لا تَضُمُّ مَا تَضُمُّهُ بَقِيَّةُ الْمَجَرَّاتِ مِنْ غَازٍ وَغُبَارٍ كَوْنِيَّيْنِ، كَمَا أَنَّهَا تَخْلُو مِنْ نُجُومِ الْجَمْهَرَةِ الأُولَى ذَاتِ الْحَرَارَةِ الْفَائِقَةِ وَاللَّمَعَانِ الشَّدِيدِ، وَلَمْ يُعْثَرْ فِيهَا إِلاَّ عَلَى نُجُومٍ مِنَ الْجَمْهَرَةِ الثَّانِيَةِ الَّتِي لا يَزِيدُ لَمَعَانُهَا عَلَى (100) ضُعْفٍ مِنْ لَمَعَانِ الشَّمْسِ، وَالَّتِي تُنْفِقُ طَاقَتَهَا بِحَذَرٍ وَاعْتِدَالٍ.



مَرَاحِل تَشَكُّلِ الْحُشُودِ الْمَجَرِّيَّةِ

وَعِنْدَمَا قَامَ الْعَالِمَانِ الْفَلَكِيَّانِ (باده) وَ(سبيتزر) بِدِرَاسَةٍ لِتِلْكَ الْحُشُودِ، تَوَصَّلا إِلَى الْكَشْفِ عَنِ الْكَثِيرِ مِنْ أَسْرَارِهَا، وَقَدْ عَلَّلا خُلُوَّ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ، وَمِنَ الأَذْرُعِ اللَّوْلَبِيَّةِ، بِحُدُوثِ اصْطِدَامَاتٍ بَيْنَ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ بَلَغَ عَدَدُهَا حَوَالَي (20) اصْطِدَاماً، وَلَمْ يُؤَدِّ ذَلِكَ إِلَى تَهْشِيمِ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ، إِذْ كَانَ الْبُعْدُ الْهَائِلُ الْقَائِمُ بَيْنَ نُجُومِ الْمَجَرَّاتِ يَسْمَحُ بِتَدَاخُلِ كُلِّ مَجَرَّتَيْنِ مَعَ بَعْضِهِمَا دُونَ أَنْ



يَمتدُّ النِّظامُ الهرميُّ للبُنى الكَونيَّةِ مِنَ النُّجومِ وَالكَواكِبِ إلى الكَوْنِ ذاتِهِ. وَأَكْبَرُ الأَشْياءِ الَّتي تَترابَطُ أَجْزاؤُها مَعاً بالثِّقالَةِ هِيَ الحُشودُ المَجريَّةُ الَّتي تَصِلُ كتلةُ بَعضِها إلى 10^{15} كتلةٍ شَمسيَّةٍ. وعَلى الرَّغْمِ مِنْ وُجودِ مُستَوىً عالٍ مِنَ التَّنْظيمِ مُؤلَّفٍ مِنْ حُشودٍ فائِقةٍ وَجدرانٍ ضَخْمةٍ، فَإنَّ هَذهِ الحُشودَ وَالجُدرانَ غَيْرُ مُتَرابطةٍ معاً تَثاقُلياً. وبالارْتِقاءِ إلى مَقاييسَ أَكبَر، نَجدُ أَنَّ الكَونَ لَيسَ لَهُ سِمةٌ مُحدَّدةٌ. وَيظُنُّ الفَلكيُّونَ أَنَّ مُعظَمَ هَذهِ البُنى تَتكوَّنُ نَتيجَةً لِلتَّكتُّلِ المُتَتالي لِوَحداتٍ أَصْغَر.

تَصْطَدِمَ نُجُومُهُمَا. وَكُلَّمَا كَانَ يَحْدُثُ اصْطِدَامُ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ اللَّزِجَيْنِ فِي الْمَجَرَّةِ الأُولَى مَعَ مَثِيلِهِمَا فِي الْمَجَرَّةِ الثَّانِيَةِ، وَاللَّذَيْنِ كَانَا يَمْلآنِ الْفَرَاغَ الْكَائِنَ بَيْنَ النُّجُومِ، وكَانَ ذَلِكَ الاصْطِدَامُ يَصْحَبُهُ انْفِجَارٌ جَارِفٌ بِسَبَبِ السُّرْعَةِ الْبَالِغَةِ الَّتِي كَانَ يَتِمُّ بِهَا تَدَاخُلُ الْمَجَرَّتَيْنِ فِي بَعْضِهِمَا، وَالَّذِي قُدِّرَ بِبِضْعِ مِئَاتٍ مِنَ الْكِيلُومِتْرَاتِ فِي الثَّانِيَةِ، مِمَّا أَدَّى إِلَى إِزَاحَةِ وَطَرْدِ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ مِنَ الْمَجَرَّتَيْنِ، وَأَدَّى ذَلِكَ إِلَى



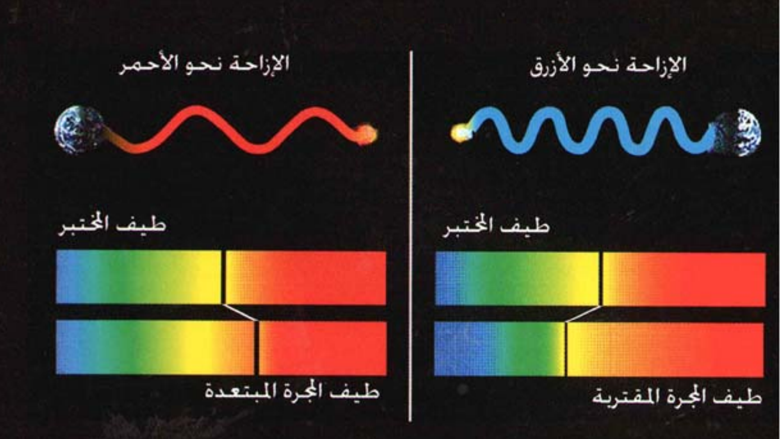
يَظهرُ حَشدُ الذُّؤَابةِ مُختلفاً في الضَّوءِ المَرئيِّ (في اليَسار) عَنهُ في الأَشعَةِ السِّينيَّةِ (في اليمين) فَفي الضَّوءِ المرئيِّ يَبدو مُجرَّد تَجمّعٍ مِنَ المَجرَّاتِ، أمّا في الأَشعَّةِ السِّينيَّةِ، فَهوَ كُرةٌ ضَخمةٌ مِنَ الغازِ السَّاخِنِ قُطرُها نَحوَ خَمسةِ مَلايين سنةٍ ضَوئيَّةٍ.

عَدَمِ نُشُوءِ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ فِيهِمَا بَعْدَ أَنْ فَقَدَتَا الْمَادَّةَ الأَسَاسِيَّةَ لِتَشْكِيلِ النُّجُومِ. لِذَا دَعَا هَذَانِ الْعَالِمَانِ مِثْلَ تِلْكَ الْحُشُودِ بِالْمَجَرَّاتِ ذَاتِ التَّطَوُّرِ الْمَوْقُوفِ.

حَرَكَةُ الْمَجَرَّاتِ

تَخْضَعُ الْمَجَرَّاتُ فِي بِدَايَةِ تَكَوُّنِهَا - أَيْ عِنْدَمَا يَكُونُ شَكْلُهَا عَشْوَائِياً - إِلَى حَرَكَاتٍ مِنَ الانْكِمَاشِ وَالتَّبَاعُدِ. وَعِنْدَمَا تَأْخُذُ الْحَرَارَةُ فِيهَا بِالارْتِفَاعِ نَتِيجَةَ تَصَادُمِ الذَّرَّاتِ فِيهَا تَكْتَسِبُ الْمَجَرَّةُ قُوَّةَ دَوَرَانٍ مِحْوَرِيَّةً بَطِيئَةً حَوْلَ نَفْسِهَا، ثُمَّ لا تَلْبَثُ أَنْ تَتَزَايَدَ سُرْعَةُ الدَّوَرَانِ فِيهَا، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى إِعْطَائِهَا شَكْلاً كُرَوِيّاً، وَمَعَ اسْتِمْرَارِ تَزَايُدِ السُّرْعَةِ، يُصْبِحُ شَكْلُهَا عَدَسِيّاً، ثُمَّ تَنْبَعِثُ مِنْ أَطْرَافِهَا أَذْرُعٌ لَوْلَبِيَّةٌ، فَإِذَا اسْتَمَرَّ التَّسَارُعُ فِي الْحَرَكَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ، تَفْقِدُ الْمَجَرَّةُ أَجْزَاءً مِنْ أَذْرُعِهَا اللَّوْلَبِيَّةِ.

بَيْنَ غَازِ وَغُبَارِ الْمَجَرَّةِ الأُولَى مَعَ غَازِ وَغُبَارِ الْمَجَرَّةِ الثَّانِيَةِ، وَتَعْمَلُ أَقْوَاهُمَا فَاعِلِيَّةً وَسُرْعَةً عَلَى جَرْفِ قِسْمٍ مِنْ غَازِ وَغُبَارِ الْمَجَرَّةِ الأَضْعَفِ. وَفِي حَالاتٍ أُخْرَى، وَعِنْدَ تَسَاوِي قُوَّتِهِمَا، تَفْقِدُ الْمَجَرَّتَانِ غَازَهُمَا وَغُبَارَهُمَا الْكَوْنِيَّ، بَعْدَ أَنْ يَكُونَ ذَلِكَ الاصْطِدَامُ قَدْ أَدَّى إِلَى حُدُوثِ تَفَاعُلٍ فِي غَازِ وَغُبَارِ الْمَجَرَّتَيْنِ، تَنْتُجُ عَنْهُ تَوَهُّجَاتٌ هَائِلَةٌ بِسَبَبِ السُّرْعَةِ الْبَالِغَةِ الَّتِي تَتِمُّ بِهَا عَمَلِيَّةُ الاصْطِدَامِ وَالتَّدَاخُلِ فِيهِ الَّتِي تُقَدَّرُ بِـ (100)كم فِي الثَّانِيَةِ، كَمَا تُطْلِقُ الْمَجَرَّتَانِ أَثْنَاءَ ذَلِكَ طَاقَةً هَائِلَةً مِنَ الإِشْعَاعِ الرَّادْيَوِيِّ تَزِيدُ قُوَّتُهُ بِمِقْدَارِ (100 – 1000) مَرَّةٍ عَنِ الإِشْعَاعِ الرَّادْيَوِيِّ الَّذِي تَبُثُّهُ الْمَجَرَّاتُ الأُخْرَى فِي الْحَالَةِ الطَّبِيعِيَّةِ.



يُسَاعِدنَا طَيفُ المَجَرات عَلى مَعرفَة مَدَى اقْتِرَاب أَو ابتعَاد المَجَرة عنَّا، فإذَا حَدثَ انزيَاحٌ فِي هَذَا الطَّيفِ نحوَ الأَزرق فهذَا يُعطِي دَلالة عَلى اقْتِرَاب المَجرَّة منَّا، وإذَا حَدَث انزيَاح في الطَّيفِ نَحوَ الأَحمَر فَهذا يُعطي دَلالَة على ابتعَاد المَجرَّة عنَّا.



الحَشْدُ المَجرّيّ أبيل 2218

تَصَادُمُ الْمَجَرَّاتِ

رَغْمَ سِعَةِ الكَوْنِ إِلَى دَرَجَةٍ لا يَكَادُ يَسْتَوْعِبُهَا الْعَقْلُ، يَحْدُثُ أَنْ يَجْرِيَ أَحْيَانَاً اصْطِدَامُ مَجَرَّتَيْنِ بِبَعْضِهِمَا، إِلاَّ أَنَّ هَذَا الاصْطِدَامَ لا يَشْمَلُ جَمِيعَ مُرَكَّبَاتِ الْمَجَرَّتَيْنِ، ذَلِكَ أَنَّ الْفَرَاغَ الْكَبِيرَ وَالْمَسَافَاتِ الشَّاسِعَةَ الْقَائِمَةَ فِي كُلِّ مَجَرَّةٍ بَيْنَ نُجُومِهَا، يَسْمَحُ بِتَدَاخُلِ الْمَجَرَّتَيْنِ مَعَ بَعْضِهِمَا دُونَ أَنْ يَصْطَدِمَ نَجْمٌ بِنَجْمٍ آخَرَ، وَإِنَّمَا يَحْدُثُ الاصْطِدَامُ

إِنَّ تَكْرَارَ عَمَلِيَّةِ التَّصَادُمِ الَّتِي تَتَعَرَّضُ لَهَا الْمَجَرَّاتُ يُؤَدِّي إِلَى خُلُوِّ الْمَجَرَّةِ خُلُوَّاً يَكَادُ يَكُونُ تَامَّاً مِنْ غَازِهَا وَغُبَارِهَا الْقَائِمِ بَيْنَ نُجُومِهَا، وَهَذَا يَعْنِي عَدَمَ وِلادَةِ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ فِيهَا، وَأَنَّهَا لَنْ تَعِيشَ أَكْثَرَ مِمَّا سَتَعِيشُ نُجُومُهَا مِنْ عُمْرٍ. وَبِسَبَبِ تَوَقُّفِ تَشَكُّلِ النُّجُومِ فِي مِثْلِ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ، أَطْلَقَ عَلَيْهَا الْعُلَمَاءُ اسْمَ (الْمَجَرَّاتِ ذَاتِ التَّطَوُّرِ الْمَوْقُوفِ).

النجوم والكوكبات النجمية



لبنان ـ بيروت ـ ص.ب : 11/6918 الرمز البريدي 11072230
تلفاكس : 01 791668
سورية ـ حلب ـ ص.ب : 415 هاتف : 2115773 / 2116441
فاكس : 2125966

WWW. afach.aleppodir. com
email: afashco1@ scs-net. org

تمهيد

تُتْحفُنا السَّماءُ كُلَّ يَوْمٍ بِوِشاحِها الأسْوَد المُرصَّع بِنقاطٍ لامِعَةٍ جَميلَةٍ هُنا وَهُناك، فَوْق وتَحْت، إنَّها في كُلِّ مَكان. . إنَّها النُّجومُ.

كانَتْ سَحابةً مِنَ الغازِّ والغُبارِ الْتَفّت حَولَ نَفسِها وَراحَتْ تَدورُ وَتَدورُ لِمِئاتِ السِّنين حَتّى أصْبَحَتْ نَجمَةً، كُرةً مُلْتهِبةً تُضيءُ لِمِلياراتِ السِّنين.

إنَّها بَعيدةٌ جِدّاً وَبَعضُها أكْبَرُ مِنَ الشَّمسِ بِمئاتِ المرّاتِ، أمَّا وُقودُها فَهُوَ تِلْكَ العَملياتِ النَّوويّة الانْدِماجيّة الّتي لا تَتوقّف حَتَّى نِهايَةَ النَّجم.

انْزياحُ طَيفِها نَحْوَ الأحْمَرِ يَدلُّنا عَلى ابْتِعادِها عنّا أكْثَر وَأكثَر مُرْتَحِلة مَعَ تَوسُّع الكَوْنِ وتَمَدّدِهِ. إنَّها أنْواعٌ وَألْوانٌ فُرادى وَمَثْنى وَثلاث وَرباع. . مِنْها الأبْيَضُ ومِنْها الأحْمَرُ ومِنْها الأصْفَرُ ومِنْها الأزْرَقُ ومِنْها البُنيُّ ومِنْها الأسْوَد.

النُّجومُ اجْتِماعيّةٌ بِالطّبع، فَلا نَجدُ نِجْمَةً تَشُذُّ عَنْ مَجْموعَةٍ أوْ حَشْدٍ مِنَ النُّجومِ لِتَعيشَ بَعيداً وحْدَها في أحَدِ أطْرافِ الْكَون بِلا مُؤْنِسٍ أوْ رَفيقٍ.

لَوْ أنَّك نَظَرْت إلى مَجْموعَةٍ مِنَ الصُّخورِ البَحْريّةِ المُتَناثِرةِ فَوقَ شاطِىءِ الرَّملِ رُبَّما حاوَلَ خَيالُكَ أنْ يَصْنَع مِنْها شَكْلاً، قَدْ يَكونُ سَمَكةً أوْ شَجَرةً أوْ بَطَّةً. . لَكِنَّهُ سَيَصنَع مِنْها شَكلاً. .

هَذا ما حَدثَ مَعَ الفَلكيّينَ القُدَماءِ عِنْدَما نَظَروا لألْمَع النُّجوم في صَفْحَةِ السَّماءِ صَنَعوا مِنْها أشْكالاً أسْموها «الكوكبات» وقاموا بِتَقسيم السَّماءِ عَلى أساسِها، وَقَدْ قَدَّمَتْ هَذهِ العَمَلية خِدْمةً جَليلَة القَدْرِ لِعِلمِ الفَلَكِ، فَقَد باتَ التَّعامُلُ مَعَهُ أسْهَل، ودِراسَتُه أمْتَعَ، وكَشْفُ مَكنوناتِهِ أيْسَرَ.

تَكادُ النُّجومُ لا تُعَدُّ وَلا تُحصى لِكَثرةِ عَددِها. . بَعْضُها يولَدُ وَالآخَرُ يَموتُ، وَتَتبدَّلُ أحْوالُها بِاسْتِمرار. وَمَعَ هَذهِ الكَثْرةِ مِنَ النُّجومِ إلا أنَّ واحِدَةً مِنْها تُفيدُنا كَثيراً وَتصْبغُ حَياتَنا بِألْوانِها الجَميلَةِ كُلَّ يَوْمٍ. . إنَّها الشَّمسُ.



" بعيداً فَوقَ هَذهِ السَّموات الّتي نَراها هُنا،
هُناكَ أخرُ تَفوقُ هَذهِ بِضَوْئها،
غَيرِ مُحَدَّدة، وغَيرِ فاسِدَةٍ، كَهَذهِ ذاتَها،
لَكنَّها لا نِهائيَةٍ بِكِبْرها وَارْتِفاعِها،
ثابِتةٌ. . . . نَقِيٌّ بَريقُها "

من ترنيمة الجمال السماوي، إدموند سبنسر

النُّجُوم

النُّجُوم
Stars



النُّجُوم أَجْسَامٌ مُلْتَهِبَةٌ تَشُعُّ نُوراً وَحَرَارَةً فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا؛ وَمَا الشَّمْسُ إِلاَّ نَجْمٌ مِنْ نُجُومِ السَّمَاءِ، وَلَكِنَّهَا فِي مَوْقِعٍ قَرِيبٍ مِنَ الأَرْضِ، إِذْ لاَ يَزِيدُ بُعْدُهَا عَنَّا أَكْثَرَ مِنْ (8) دَقَائِقَ ضَوْئِيَّةٍ، أَيْ مَا يُعَادِلُ مَسَافَةَ (150) مِلْيُونَ كم وَسَطِيّاً. بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَنَا وَبَيْنَ أَقْرَبِ نَجْمٍ إِلَيْنَا بَعْدَ الشَّمْسِ مُبَاشَرَةً، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الأَقْرَبُ الْقَنْطُورِيُّ)، لاَ تَقِلُّ عَنْ (4.27) سَنَواتٍ ضَوْئِيَّةٍ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (270.000) مَرَّةٍ بُعْدَ الشَّمْسِ عَنَّا، وَيَلِيهِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (قنطورس) الَّذِي يَبْعُدُ عَنَّا مِقْدَارَ (4.31) سَنَواتٍ ضَوْئِيَّةٍ؛ وَأَبْعَدُ نَجْمٍ هُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ذَنَبُ الدَّجَاجَةِ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (600) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ عَنَّا. أَمَّا النُّجُومُ الَّتِي تَضُمُّهَا الْمَجَرَّاتُ الَّتِي قُدِّرَ عَدَدُهَا بـ (600) أَلْفِ مِلْيُونِ مَجَرَّةٍ، وَالَّتِي يَحْتَوِي كُلٌّ مِنْهَا حَسَبَ تَقْدِيرِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ عَلَى حَوَالَيْ (1000) مِلْيُونِ نَجْمٍ، فَإِنَّ أَضْخَمَ الْمَرَاقِبِ الْفَلَكِيَّةِ لَمْ تَسْتَطِعْ أَنْ تَكْشِفَ كُلَّ شَيْءٍ عَنْ نُجُومِهَا لِبُعْدِهَا السَّحِيقِ عَنَّا، ذَلِكَ أَنَّ أَقْرَبَ مَجَرَّةٍ إِلَيْنَا هِيَ مَجَرَّةُ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ (أندروميدة) تَبْعُدُ عَنَّا بِمِقْدَارِ مِلْيُونَيْ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، بَيْنَمَا تَبْعُدُ الْمَجَرَّةُ الْمُسَمَّاة (NGC 253) مَسَافَةَ (13) مِلْيُونَ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ. وَهُنَاكَ مَجَرَّاتٌ تَبَيَّنَ أَنَّهَا تَبْعُدُ عَنَّا بِمِقْدَارِ (8 - 10) مِلْيَارَاتٍ مِنَ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةِ.

وَقَدْ أَتَاحَ قُرْبُ الشَّمْسِ مِنَّا رَصْدَهَا وَالتَّعَرُّفَ إِلَى شَكْلِهَا وَتَرْكِيبِهَا وَحَرَكَاتِهَا، وَمَا يَتِمُّ فِيهَا مِنْ تَفَاعُلاَتٍ، وَمَا يَحْدُثُ فِي بَاطِنِهَا وَعَلَى سَطْحِهَا وَفِي جَوِّهَا مِنْ أَحْدَاثٍ وَمَظَاهِرَ.

وَقَدْ عُمِّمَ ذَلِكَ عَلَى النُّجُومِ الأُخْرَى، بِاعْتِبَارِهَا شُمُوساً كَشَمْسِنَا، إِلَى أَنْ كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ الضَّخْمَةُ الْحَدِيثَةُ عَمَّا تَتَمَيَّزُ بِهِ بَعْضُ النُّجُومِ عَنْ غَيْرِهَا.

وِلاَدَةُ النُّجُومِ

يَتَحَوَّلُ السَّدِيمُ الْمُؤَلَّفُ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ عِنْدَ انْكِمَاشِهِ إِلَى مَجَرَّةٍ ذَاتِ شَكْلٍ عَشْوَائِيٍّ، مُرْتَفِعَةِ الضَّغْطِ وَالْحَرَارَةِ، ثُمَّ لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَدْخُلَ الْمَجَرَّةُ فِي مَرْحَلَةِ انْكِمَاشٍ يَزِيدُ فِي ضَغْطِهَا وَحَرَارَتِهَا، كَمَا يُكْسِبُهَا قُوَّةَ دَوَرَانٍ مِحْوَرِيٍّ، أَيْ حَوْلَ نَفْسِهَا، يَجْعَلُهَا كُرَوِيَّةَ الشَّكْلِ أَوْ قَرِيبَةً مِنْ ذَلِكَ، كَمَا تَتَشَكَّلُ فِيهَا نَوَاةٌ مُرْتَفِعَةُ الضَّغْطِ وَالْحَرَارَةِ ذَاتُ كَثَافَةٍ عَالِيَةٍ.

وَمَعَ تَزَايُدِ قُوَّةِ الدَّوَرَانِ الْمِحْوَرِيِّ فِي الْمَجَرَّةِ، تَزْدَادُ فِيهَا الْقُوَّةُ النَّابِذَةُ الَّتِي تَأْخُذُ بِطَرْدِ قِسْمٍ مِنْ جِسْمِ الْمَجَرَّةِ مِنَ الْمَرْكَزِ بِاتِّجَاهِ الأَطْرَافِ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُهَا تَتَحَوَّلُ شَيْئاً فَشَيْئاً إِلَى مَجَرَّةٍ ذَاتِ شَكْلٍ عَدَسِيٍّ، تَتَوَسَّطُهُ النَّوَاةُ، وَتَعُمُّهُ حَرَكَاتُ تَدْوِيمٍ تَنْتُجُ عَنْهَا مِلْيَارَاتُ الدَّوَّامَاتِ الْمُسْتَقِلَّةُ عَنْ بَعْضِهَا بِالْحَرَكَةِ، وَالْمُتَرَابِطَةُ فِيمَا بَيْنَهَا بِالْجَاذِبِيَّةِ؛ ثُمَّ لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَتَحَوَّلَ كُلُّ دَوَّامَةٍ مِنْهَا إِلَى نَجْمٍ كُلَّمَا سَاعَدَتِ الظُّرُوفُ الْمُحِيطَةُ عَلَى



ذَلِكَ، بَعْدَ أَنْ تَمُرَّ كُلُّ دَوَّامَةٍ بِالْمَرَاحِلِ الَّتِي مَرَّتْ فِيهَا أُمُّهَا الْمَجَرَّةُ. وَنَظَراً لِغِنَى دَوَّامَاتِ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ وَالْقِسْمِ الْمُحِيطِ بِهِ بِالْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ الْكَثِيفَيْنِ، وَارْتِفَاعِ الضَّغْطِ وَالْحَرَارَةِ فِيهِمَا إِلَى مِلْيَارَاتِ الدَّرَجَاتِ، تَنْشَطُ التَّفَاعُلاَتُ النووية فِي دَوَّامَاتِ هَاتَيْنِ الْمِنْطَقَتَيْنِ قَبْلَ غَيْرِهِمَا مِنْ مَنَاطِقِ الْمَجَرَّةِ، وَيَأْخُذُ غَازُ (الْهيدروجين) بِالتَّحَوُّلِ فِي تِلْكَ الدَّوَّامَاتِ إِلَى غَازِ (الهليوم) نَاشِراً حَرَارَةً هَائِلَةً وَنُوراً سَاطِعاً، وَمُعْلِناً عَنْ تَحَوُّلِ الدَّوَّامَةِ إِلَى نَجْمٍ وَلِيدٍ.

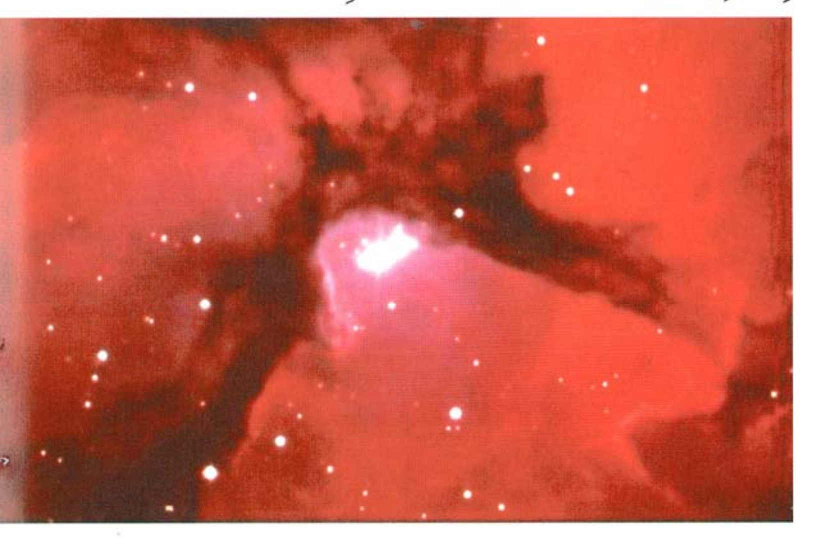
وَتَظَلُّ الدَّوَّامَاتُ الْقَائِمَةُ فِي بَقِيَّةِ أَنْحَاءِ الْمَجَرَّةِ عَلَى حَالِهَا إِلَى أَنْ يَزْدَادَ دَوَرَانُ الْمَجَرَّةِ الْمِحْوَرِيُّ الَّذِي يَدْفَعُ بِكَمِيَّاتٍ أَكْبَرَ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ نَحْوَ أَطْرَافِهَا بِفِعْلِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ. وَعِنْدَهَا تَمْتَدُّ مِنْ جِسْمِ الْمَجَرَّةِ أَذْرُعٌ لَوْلَبِيَّةُ الشَّكْلِ، تَمُدُّ الدَّوَّامَاتِ الْمَوْجُودَةَ فِيهَا بِمَزِيدٍ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ



اللَّذَيْنِ يَزِيدَانِ فِي كَثَافَةِ تِلْكَ الدَّوَّامَاتِ، وَيَرْفَعَانِ ضَغْطَهَا وَحَرَارَتَهَا لِدَرَجَةٍ تَسْمَحُ بِنُشُوءِ تَفَاعُلٍ نووي فِيهَا، يُحَوِّلُ هيدروجينها إِلَى (هليوم)، وَيُحِيلُ الدَّوَّامَةَ إِلَى نَجْمٍ مُتَأَجِّجِ الْحَرَارَةِ، سَاطِعِ النُّورِ. وَلِهَذَا تَكُونُ النُّجُومُ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ مِحْوَرِ الْمَجَرَّةِ، أَوْ الْمُحِيطَةُ بِهِ، نُجُوماً هَرِمَةً، بَيْنَمَا تَكُونُ النُّجُومُ الَّتِي نَجِدُهَا فِي الأَذْرُعِ شَابَّةً فَتِيَّةً، إِذْ تَشَكَّلَتْ فِي فَتْرَةٍ مُتَأَخِّرَةٍ مِنْ عُمْرِ الْمَجَرَّةِ.

مَرَاحِلُ تَشَكُّلِ النَّجْمِ وَاسْتِقْرَارِهِ

عِنْدَ انْكِمَاشِ الدَّوَّامَةِ الْمَجَرِّيَةِ، تَزْدَادُ قُوَّةُ الْجَذْبِ فِيهَا، فَيَرْتَفِعُ الضَّغْطُ فِي مَرْكَزِهَا ارْتِفَاعاً كَبِيراً، وَتَأْخُذُ الذَّرَّاتُ بِالتَّهَاوِي مِنْ أَطْرَافِ الدَّوَّامَةِ نَحْوَ مَرْكَزِهَا، مُتَصَادِمَةً أَثْنَاءَ



ذَلِكَ مَعَ بَعْضِهَا؛ وَيُؤَدِّي ذَلِكَ التَّصَادُمُ إِلَى ارْتِفَاعِ حَرَارَةِ الدَّوَّامَةِ ارْتِفَاعاً كَبِيراً، يَسْمَحُ بِنُشُوءِ تَفَاعُلاَتٍ نووية، تُحَوِّلُ غَازَ هيدروجين الدَّوَّامَةِ، عَلَى مَدَى مَلاَيِينِ السِّنِينَ، إِلَى غَازِ الْهليوم. وَيَنْتَشِرُ مِنْ جَرَّاءِ تِلْكَ التَّفَاعُلاَتِ، فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا، حَرَارَةٌ هَائِلَةٌ وَنُورٌ سَاطِعٌ وَهَّاجٌ. وَعِنْدَهَا تَكُونُ الدَّوَّامَةُ قَدْ تَحَوَّلَتْ إِلَى نَجْمٍ وَلِيدٍ، وَلَكِنَّهُ غَيْرُ مُسْتَقِرٍّ، شَأْنَ كُلِّ مَوْلُودٍ جَدِيدٍ.

وَمَعَ تَزَايُدِ دَوَرَانِ النَّجْمِ حَوْلَ نَفْسِهِ، وَازْدِيَادِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ فِيهِ لِدَرَجَةٍ تَتَعَادَلُ فِيهَا مَعَ الْقُوَّةِ الْجَاذِبَةِ فِيهِ، يَدْخُلُ النَّجْمُ مَرْحَلَةَ التَّوَازُنِ، وَتِلْكَ هِيَ الْمَرْحَلَةُ الَّتِي يُصْبِحُ فِيهَا النَّجْمُ مُسْتَقِرّاً، كَامِلَ التَّشَكُّلِ.

الْعَوَامِلُ الْمُعَجِّلَةُ فِي وِلاَدَةِ بَعْضِ النُّجُومِ

هُنَاكَ عَوَامِلُ تُعَجِّلُ فِي وِلاَدَةِ بَعْضِ النُّجُوم قَبْلَ الْمِيعَادِ الْمُحَدَّدِ لَهَا، وَأَهَمُّهَا تَعَرُّضُ الدَّوَّامَةِ الْمَجَرِّيَّةِ لِمَوْجَاتِ الضُّغُوطِ الْكَوْنِيَّةِ الَّتِي تَأْتِيهَا مِنَ الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا، إِذْ تَزِيدُ فِي ضَغْطِ الدَّوَّامَةِ، وَفِي رَفْعِ حَرَارَتِهَا، وَتُعَجِّلُ فِي تَشَكُّلِ النَّجْمِ وَوِلاَدَتِهِ. وَأَهَمُّ مَصَادِرِ تِلْكَ الْمَوْجَاتِ الضَّاغِطَةِ :

أ) بَعْضُ الْمَجَرَّاتِ الْمُجَاوِرَةِ.

ب) النُّجُومُ الْمُتَفَجِّرَةُ الْمُسَمَّاةُ (سوبرنوفا) - أَيْ النُّجُومُ مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ.

الْمَجَرَّاتُ حَاضِنَاتُ النُّجُومِ



عِنْدَمَا تَكُونُ الْمَجَرَّةُ كَثِيفَةً دَاكِنَةً لِغِنَاهَا بِالْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، فَإِنَّهَا تُصَنَّفُ فِي عِدَادِ الْمَجَرَّاتِ الشَّابَّةِ الْفَتِيَّةِ الَّتِي تَسْتَطِيعُ أَنْ تَلِدَ مَجَرَّاتِ النُّجُوم، وَيُطْلَقُ عَلَيْهَا اسْمُ (الْمَجَرَّاتُ حَاضِنَاتُ النُّجُومِ). أَمَّا الْمَجَرَّاتُ الَّتِي أَصْبَحَتْ شَفَّافَةً، لاَ



الْعَوَامِلُ الْمُعَجِّلَةُ فِي وِلاَدَةِ بَعْضِ النُّجُومِ

تَحْجِبُ مَا خَلْفَهَا مِنْ أَجْرَامٍ كَوْنِيَّةٍ، فَهِيَ مَجَرَّاتٌ هَرِمَةٌ، فَقَدَتْ مُعْظَمَ غَازِهَا وَغُبَارِهَا الْكَوْنِيِّ، وَتَنْتَظِرُ نِهَايَتَهَا، إلاَّ إِذَا جَدَّتْ ظُرُوفٌ أَغْنَتْهَا مِنْ جَدِيدٍ بِالْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، وَفِي مُقَدِّمَةِ تِلْكَ الظُّرُوفِ أَنْ تَصْطَدِمَ بِهَا مَجَرَّةٌ شَابَّةٌ أَوْ مَجَرَّةٌ تُرَابِيَّةٌ، أَوْ أَنْ تُغَذِّيَهَا التَّفَاعُلاَتُ النووِيَّةُ بِغَازَاتٍ جَدِيدَةٍ.

تَرْكِيبُ النُّجُومِ

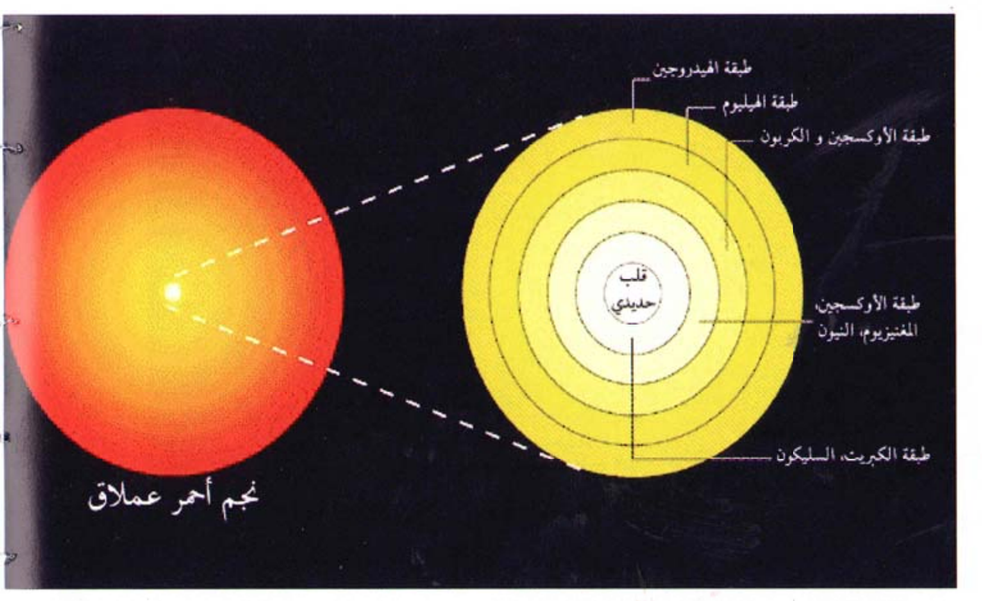
أَمْكَنَ التَّعَرُّفُ إِلَى الْمَادَّةِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا النُّجُومُ عَنْ طَرِيقِ تَحْلِيلِ أَشِعَّتِهَا الضَّوئِيَّةِ إِلَى أَطْيَافٍ بِوَسَاطَةِ الْمِطْيَافِ الَّذِي يَحْتَوِي عَلَى مَوْشُورٍ زُجَاجِيٍّ مُثَبَّتٍ أَمَامَ عَدَسَتِهِ. وَلَمَّا كَانَ لِكُلِّ مَادَّةٍ، إِذَا مَا بَلَغَتْ مَرْحَلَةَ التَّوَهُّجِ، طَيْفٌ خَاصٌّ بِهَا، أَمْكَنَ التَّعَرُّفُ عَلَى الْمَوَادِّ الَّتِي تَتَرَكَّبُ مِنْهَا النُّجُومُ، مَعَ اخْتِلاَفٍ فِي نِسَبِ تِلْكَ الْمَوَادِّ نَاتِجٍ عَنِ الْمَرْحَلَةِ الَّتِي بَلَغَهَا النَّجْمُ فِي دَرَجَةِ تَطَوُّرِهِ.

وَأَهَمُّ الْعَنَاصِرِ الْمُرَكِّبَةِ لِلنُّجُومِ هِيَ:

1. الْهيدروجين: وَنِسْبَتُهُ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (30 – 90 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
2. الْهِليوم: وَنِسْبَتُهُ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (60 – 10 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
3. الأُوكسجين: وَنِسْبَتُهُ حَوَالَيْ (1 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
4. الْكَرْبُون: وَنِسْبَتُهُ حَوَالَيْ (0.4 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
5. الْحَدِيدُ: وَنِسْبَتُهُ حَوَالَيْ (0.16 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
6. السِّيليكون: وَنِسْبَتُهُ حَوَالَيْ (0.1 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
7. الآزوت: وَنِسْبَتُهُ حَوَالَيْ (0.1 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
8. الْمَغْنيزيوم: وَنِسْبَتُهُ حَوَالَيْ (0.09 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
9. النِّيون: وَنِسْبَتُهُ حَوَالَيْ (0.07 %) حَسْبَ عُمْرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.



وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَإِنَّنَا كُلَّمَا اتَّجَهْنَا مِنْ سَطْحِ النَّجْمِ نَحْوَ مَرْكَزِهِ، وَجِدْنا أَنَّ نِسْبَةَ غَازِ (الْهيدروجين) تَقِلُّ، بَيْنَمَا تَأْخُذُ نِسْبَةُ غَازِ (الْهِليوم) بِالارْتِفَاعِ؛ حَتَّى إِنَّنَا لاَ نَعْثُرُ إِلاَّ عَلَى الْقَلِيلِ مِنَ (الْهيدروجين) عِنْدَ الْمَرْكَزِ، بِسَبَبِ خِفَّةِ (الْهيدروجين) بِالنِّسْبَةِ لِغَازِ (الْهِليوم). وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَإِنَّ



نِسْبَةَ (الْهيدروجين) فِي النُّجُومِ الْفَتِيَّةِ الْحَدِيثَةِ تُشَكِّلُ أَكْثَرَ مِنْ (95 %) مِنْ تَرْكِيبِهَا، بَيْنَمَا تَهْبِطُ نِسْبَةُ (الْهيدروجين) فِي النُّجُومِ الْهَرِمَةِ إِلَى (10 أو 5 %)، وَتَرْتَفِعُ فِيهَا نِسْبَةُ (الْهليوم) إِلَى (60 %) مِنْ تَرْكِيبِهَا.

وَيَرْجِعُ سِرُّ تَغَيُّرِ هَذِهِ النِّسْبَةِ بَيْنَ (الْهيدروجين) وَ(الْهليوم) فِي النُّجُومِ إِلَى أَنَّ النُّجُومَ تَلْتَهِمُ شَيْئاً فَشَيْئاً (الْهيدروجينَ) الْمُرَكِّبَ لَهَا، مُحَوِّلَةً إِيَّاهُ إِلَى (هليوم)؛ وَلِهَذَا قِيلَ بِأَنَّ (الْهيدروجين) هُوَ طَعَامُ النُّجُومِ وَ(الْهليوم) هُوَ الرَّمَادُ الْمُتَخَلِّفُ عَنْهُ.

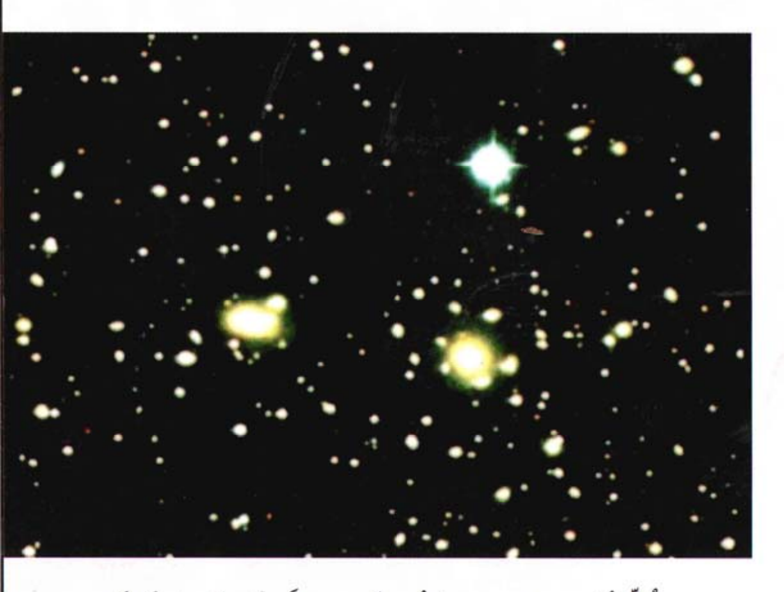
وَبِمَا أَنَّ الشَّمْسَ نَجْمٌ مَضَى نِصْفُ عُمْرِهِ، إِذْ مَضَى عَلَى وُجُودِهَا حَوَالَيْ (4600) مِلْيُونِ سَنَةٍ، فَإِنَّ نِسْبَةَ (الْهيدروجين) فِيهَا تُشَكِّلُ (50 %) مِنْ تَرْكِيبِهَا، وَنِسْبَةُ الْهليوم (49 %)، وَيَظَلُّ (1 %) فِيهَا مُرَكَّباً مِنْ بَقِيَّةِ الْعَنَاصِرِ الَّتِي ذكرْناها. وَبِسَبَبِ خِفَّةِ (الْهيدروجين)، فَإِنَّ مُعْظَمَهُ يَتَجَمَّعُ عِنْدَ السَّطْحِ حَتَّى تَبْلُغَ نِسْبَتُهُ هُنَاكَ أَقَلَّ مِنْ (75 %) بِقَلِيلٍ، بَيْنَمَا تَهْبِطُ نِسْبَتُهُ إِلَى (34 %) قُرْبَ النَّوَاةِ حَيْثُ يُشَكِّلُ (الْهليوم) هُنَاكَ (65%)، وَتَرْتَفِعُ نِسْبَتُهُ إِلَى (99 %) عِنْدَ مَرْكَزِهَا.

عَدَدُ النُّجُومِ

إِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ حِدَّةً فِي أَبْصَارِهِمْ لاَ يَسْتَطِيعُونَ أَنْ يَرَوْا أَكْثَرَ مِنْ (3000) نَجْمٍ فِي السَّمَاءِ، عِلْماً بِأَنَّ الْمَرَاقِبَ الْفَلَكِيَّةَ الْكَبِيرَةَ Telescopes يُمْكِنُهَا أَنْ تَكْشِفَ لَنَا عَنْ (1500) مِلْيُونِ نَجْمٍ.

وَمَعَ تَطَوُّرِ صِنَاعَةِ الْمَرَاقِبِ، ارْتَفَعَ هَذَا الرَّقْمُ إِلَى أَكْثَرَ مِنْ ذَلِكَ بِكَثِيرٍ. وَالاعْتِقَادُ السَّائِدُ أَنَّهُ مَهْمَا حَاوَلَ الْعُلَمَاءُ صِنَاعَةَ مَرَاقِبَ أَقْدَرَ عَلَى كَشْفِ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ أَكْثَرَ مِمَّا سَبَقَهَا، فَسَتَظَلُّ عَاجِزَةً عَنْ رُؤْيَةِ وَإِحْصَاءِ كُلِّ نُجُومِ السَّمَاءِ.

وَقَدْ بَحَثَ الْعُلَمَاءُ عَنْ طَرِيقَةٍ يَسْتَطِيعُونَ بِوَسَاطَتِهَا



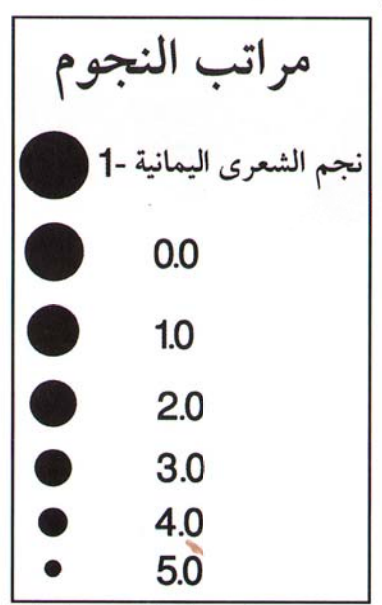
إِحْصَاءَ كُلِّ نُجُومِ السَّمَاءِ بِشَكْلٍ كَامِلٍ، أَوْ قَرِيباً مِنْ ذَلِكَ. وَتَوَصَّلُوا إِلَى طَرِيقَةٍ تَحِلُّ لَهُمْ هَذَا الإِشْكَالَ الَّذِي سَتَظَلُّ الْمَرَاقِبُ عَاجِزَةً عَنْ حَلِّهِ مَهْمَا تَطَوَّرَتْ، إِنَّهَا طَرِيقَةُ وَزْنِ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِي هَذَا الْكَوْنِ؛ وَقَدِ اسْتَخْدَمَهَا الْعُلَمَاءُ فِي الْحُصُولِ عَلَى وَزْنِ الشَّمْسِ حِينَ اعْتَمَدُوا عَلَى مَعْرِفَةِ مِقْدَارِ الْجَاذِبِيَّةِ الَّتِي تُؤَثِّرُ بِهَا الشَّمْسُ فِي كَوَاكِبِهَا، فَتَجْعَلُ لِكُلِّ كَوْكَبٍ مَدَاراً خَاصّاً بِهِ يَتَنَاسَبُ مَعَ مِقْدَارِ الْجَاذِبِيَّةِ الَّتِي يَخْضَعُ لَهَا طِيلَةَ دَوَرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ. وَعَنْ طَرِيقِ مَعْرِفَةِ شَكْلِ كُلِّ مَدَارٍ وَبُعْدِهِ أَوْ قُرْبِهِ مِنَ الشَّمْسِ، تَمَكَّنُوا بِالطَّرَائِقِ الرِّيَاضِيَّةِ وَالْفِيزْيَائِيَّةِ مِنَ التَّوَصُّلِ إِلَى مَعْرِفَةِ وَزْنِ الشَّمْسِ، أَيْ (كُتْلَتِهَا). وَلَمَّا كَانَتِ النُّجُومُ الَّتِي تُوجَدُ فِي أَيَّةِ مَجَرَّةٍ مِنْ مَجَرَّاتِ هَذَا الْكَوْنِ لاَ تَخْضَعُ لِقُوَّةِ جَذْبِ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ فَقَطْ، وَإِنَّمَا تَتَأَثَّرُ بِجَذْبِ كُتْلَةِ جَمِيعِ نُجُومِ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ، فَإِنَّنَا عِنْدَمَا نَعْرِفُ مَدَارَ أَيِّ نَجْمٍ مِنَ النُّجُومِ فِيهَا، نَسْتَطِيعُ أَنْ نَعْرِفَ وَزْنَ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ، أَيْ وَزْنَ جَمِيعِ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِيهَا.

وَلَمَّا كَانَ وَزْنُ الشَّمْسِ يُعَادِلُ الْوَزْنَ الْمُتَوَسِّطَ لِكُلِّ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ الْمَجَرَّاتِ الأُخْرَى، فَإِنَّنَا عِنْدَمَا نُقَسِّمُ وَزْنَ الْمَجَرَّةِ عَلَى وَزْنِ الشَّمْسِ، نَحْصَلُ عَلَى عَدَدِ نُجُومِ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ. وَبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ اسْتَطَعْنَا الْحُصُولَ عَلَى عَدَدِ نُجُومِ جَمِيعِ مَجَرَّاتِ

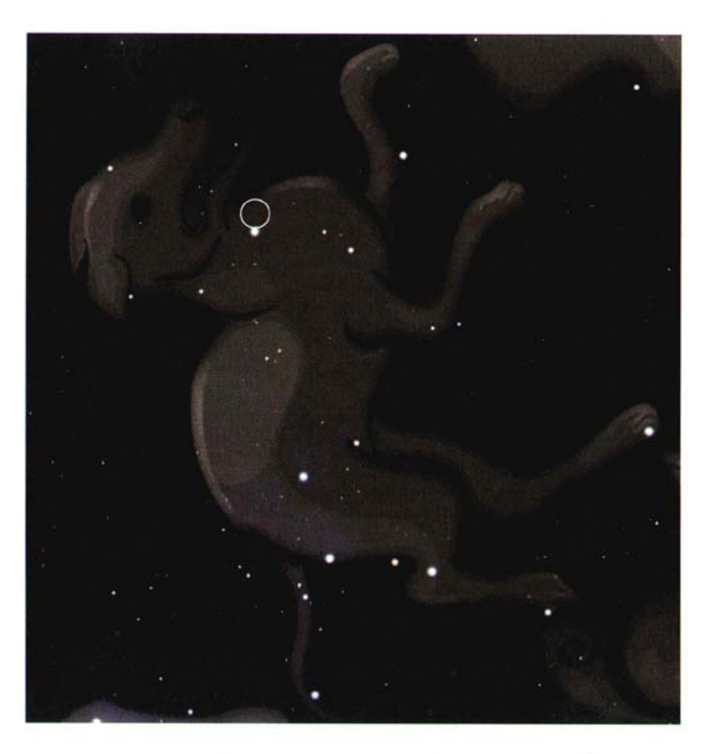
هَذَا الْكَوْنِ، وَتَبَيَّنَ أَنَّهَا فِي حُدُودِ (000 . 100) مِلْيُونِ نَجْمٍ؛ وَإِنَّنَا إِذَا مَا أَرَدْنَا عَدَّهَا، وَبِمُعَدَّلِ (150) نَجْماً فِي الدَّقِيقَةِ الْوَاحِدَةِ، احْتَجْنَا إِلَى (7000) سَنَةٍ كَيْ نَنْتَهِيَ مِنْ ذَلِكَ.

مَرَاتِبُ النُّجُومِ

تُقَسَّمُ النُّجُومُ بِحَسْبِ دَرَجَةِ لَمَعَانِهَا أو أقدارها Magnitudes إِلَى (6) مَرَاتِب، تَتَرَاوحُ دَرَجَةُ لَمَعَانِهَا بَيْنَ (1-) وَ(5+). وَفِي عُرْفِ الْفَلَكِيِّينَ أَنَّهُ كُلَّمَا تَدَنَّى رَقْمُ النَّجْمِ، كَانَ أَعْلَى مَرْتَبَةً وَأَكْثَرَ لَمَعَاناً. مِنْ ذَلِكَ أَنَّ نَجْمَ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّة) الْمَوْجُودَ فِي كَوْكَبَةِ (الْكَلْب الأَكْبَر) فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ، وَهُوَ أَكْثَرُ نُجُومِ السَّمَاءِ لَمَعَاناً، يُعْطى لَهُ الرَّقْمُ (1-)، وَلاَ يُشَارِكُهُ فِي هَذِهِ الْمَرْتَبَةِ إِلاَّ الشَّمْسُ، بَيْنَمَا يُعْطَى لأَقَلِّ النُّجُومِ لَمَعَاناً الرَّقْمُ (5).



وَعَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ هُنَاكَ نُجُوماً تَفُوقُ بِلَمَعَانِهَا لَمَعَانَ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّة)، مِثْلَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (الرِّجْل) الَّذِي يَفُوقُهَا بِمِقْدَارِ (263) مَرَّةٍ تَقْرِيباً، إِلاَّ أَنَّ بُعْدَهُ عَنَّا، وَقُرْبَ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّة) مِنَّا، جَعَلَ نَجْمَ (الرِّجْل) يَحْتَلُّ الْمَرْتَبَةَ السَّابِعَةَ بَعْدَ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّة).



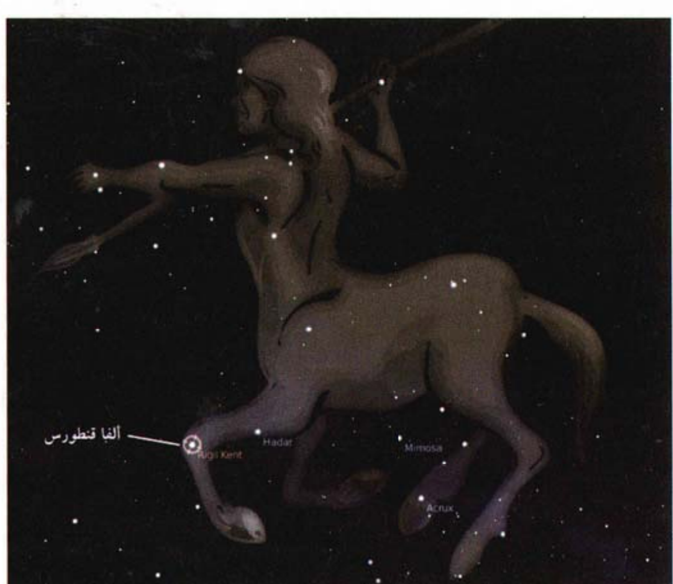
أَكْثَرُ نجوم السَّمَاءِ لَمَعَاناً يقع في كوكبة (الكَلب الأكبر)

بُعْدُ النُّجُومِ عَنِ الأَرْضِ

إِنَّ جَمِيعَ النُّجُومِ الَّتِي نُشَاهِدُهَا فِي سَمَائِنَا مَا هِيَ إِلاَّ جُزْءٌ صَغِيرٌ مِنْ نُجُومِ مَجَرَّتِنَا. وَلاَ تَزَالُ خَلْفَ هَذِهِ النُّجُومِ نُجُومٌ هَائِلَةُ الْعَدَدِ، كَشَفَتْ عَنْهَا الْمَرَاقِبُ بَعْدَ أَنْ عَجَزَتْ أَبْصَارُنَا عَنْ بُلُوغِهَا.

وَلَمْ يَقْتَصِرْ كَشْفُ الْمَرَاقِبِ الْمُتَطَوِّرَةِ عَلَى نُجُومِ مَجَرَّتِنَا فَقَطْ، بَلِ اسْتَطَاعَتْ أَنْ تَسْمَحْ لَنَا بِرُؤْيَةِ وَتَصْوِيرِ نُجُومِ الْمَجَرَّاتِ الأُخْرَى، وَبِرُؤْيَةِ وَتَصْوِيرِ تِلْكَ الأَجْرَامِ السَّمَاوِيَّةِ الْعَجِيبَةِ الْقَابِعَةِ فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ خَلْفَ الْمَجَرَّاتِ عَلَى أَبْعَادٍ تَتَرَاوحُ بَيْنَ (2000 – 000 . 10) مِلْيُونِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ عَنَّا، وَالَّتِي دَعَاهَا الْعُلَمَاءُ بِاسْمِ (الكازارات) أَوِ (الكويزارات)؛ وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ نُورَهَا الْبَنَفْسَجِيَّ يَفُوقُ نُورَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (1000) مِلْيُونِ مَرَّةٍ.

يُعَدُّ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ألفا . قنطورس)، الْوَاقِعُ فِي كَوْكَبَةِ (قنطورس)، أَقْرَبَ نَجْمٍ إِلَيْنَا مِنْ بَيْنِ أَلْمَعِ (20) نَجْماً مِنْ



نُجُومِ مَجَرَّتِنَا، وَيُرْمَزُ إِلَيْهِ بِحَرْفِ (α)، إِذْ لاَ يَبْعُدُ عَنَّا أَكْثَرَ مِنْ (4.3) سَنَواتٍ ضَوْئِيَّةٍ، لِذَا دُعِيَ بِالأَقْرَبِ الْقَنْطُورِيِّ.

أَمَّا أَبْعَدُ نَجْمٍ عَنَّا فَهُوَ نَجْمُ (الذَّنَب) الْوَاقِعُ فِي كَوْكَبَةِ (الدَّجَاجَة)، وَالَّذِي يُرْمَزُ إِلَيْهِ بِحَرْفِ (α)، وَيُقَدَّرُ بُعْدُهُ بِـ (600) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.



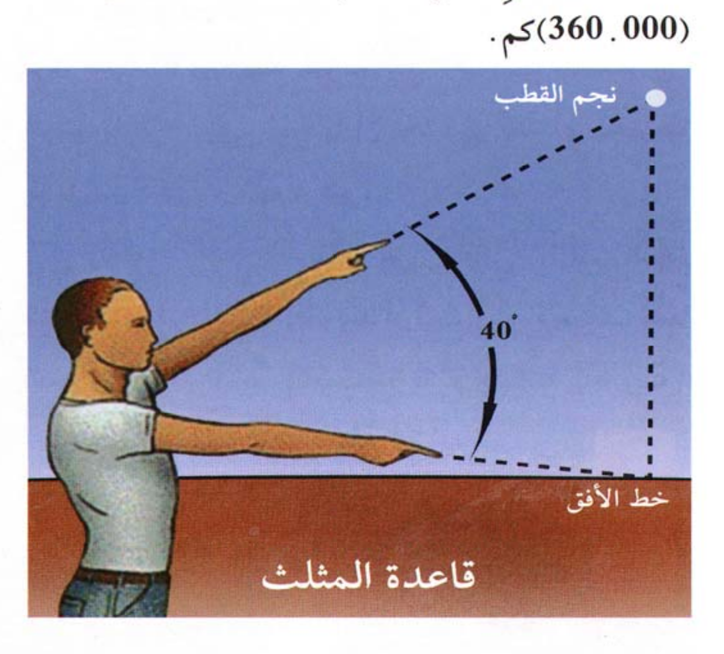
قِيَاسُ بُعْدِ النُّجُومِ عَنْ الأَرْضِ

عِنْدَمَا نُرِيدُ مَعْرِفَةَ بُعْدِ جِسْمٍ عَنَّا لاَ نَسْتَطِيعُ بُلُوغَهُ فَإِنَّنَا نَرْسُمُ قَاعِدَةَ مُثَلَّثٍ حَيْثُ نَقِفُ، وَنُمَدِّدُ مِنْ نِهَايَتَيْهَا ضِلْعَيْنِ نُوَجِّهُهُمَا إِلَى نُقْطَةٍ وَاحِدَةٍ مُحَدَّدَةٍ عَلَى ذَلِكَ الْجِسْمِ.

وَبِمَا أَنَّنَا نَعْرِفُ طُولَ الْقَاعِدَةِ وَالزَّاوِيَتَيْنِ الْمُجَاوِرَتَيْنِ لَهُ، نَسْتَطِيعُ أَنْ نَتَوَصَّلَ إِلَى مَعْرِفَةِ ارْتِفَاعِ ذَلِكَ الْمُثَلَّثِ، وَيَكُونُ هُوَ بُعْدُ ذَلِكَ الْجِسْمِ عَنَّا.

فَهَلْ نَسْتَطِيعُ بِاسْتِخْدَامِ مِثْلِ هَذِهِ الطَّرِيقَةِ الرِّيَاضِيَّةِ الْمِسَاحِيَّةِ أَنْ نَقِيسَ بُعْدَ النُّجُومِ عَنَّا؟

لَقَدْ جُرِّبَتْ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ لِقِيَاسِ بُعْدِ الْقَمَرِ عَنَّا، فَتَبَيَّنَ أَنَّهُ لاَ بُدَّ مِنِ اتِّخَاذِ قَاعِدَةِ مُثَلَّثٍ يُعَادِلُ طُولُهَا طُولَ قُطْرِ الأَرْضِ الاِسْتِوَائِي، أَيْ أَكْثَرَ مِنْ (12.756)كم بِقَلِيلٍ، كَيْ يَلْتَقِي ضِلْعَاهُ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، عِلْماً بِأَنَّ بُعْدَهُ عَنَّا لاَ يَتَجَاوَزُ وَسَطِيّاً (360.000)كم.



أَمَّا إِذَا مَا أَرَدْنَا قِيَاسَ بُعْدِ أَقْرَبِ نَجْمٍ إِلَيْنَا، وَهُوَ (ألفا. قنطورس)، فَلاَ بُدَّ لَنَا مِنْ قَاعِدَةِ مُثَلَّثٍ طُولُهَا يُعَادِلُ الْقُطْرَ الْكَبِيرَ لِمَدَارِ الأَرْضِ الإِهْلِيلَجِيِّ، وَالْمُقَدَّرِ بِحَوَالَيْ (300) مِلْيُونِ كم، حَيْثُ يَتِمُّ رَصْدُ النَّجْمِ فِي أَوَّلِ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ الاِنْقِلاَبِ

الصَّيْفِي، وكَأَنَّنَا نَرْسُمُ مِنْ إِحْدَى نِهَايَتَيْ تِلْكَ الْقَاعِدَةِ الضِّلْعَ الأَوَّلَ الْمُتَّجِهَ نَحْوَ النَّجْمِ، ثُمَّ يَتِمُّ رَصْدُ النَّجْمِ ثَانِيَةً فِي أَوَّلِ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ الانْقِلاَبِ الشَّتْوِي، وكَأَنَّنَا نَرْسُمُ مِنَ النِّهَايَةِ الثَّانِيَةِ لِتِلْكَ الْقَاعِدَةِ الضِّلْعَ الثَّانِي الْمُتَّجِهَ نَحْوَ ذَلِكَ النَّجْمِ.

وَمَعَ ذَلِكَ، فَإِنَّنَا لَوْ نَظَرْنَا إِلَى هَذِهِ الْقَاعِدَةِ مِنَ النَّجْمِ الَّذِي رَصَدْنَاهُ، لَبَدَتْ لَنَا وَكَأَنَّهَا نُقْطَةٌ تَقَعُ عَلَى بُعْدِ (27) متْراً مِنَّا، وَتَضَاؤُلُهَا لِهَذِهِ الدَّرَجَةِ رَاجِعٌ إِلَى الْبُعْدِ الْكَبِيرِ الَّذِي يَفْصِلُ بَيْنَنَا وَبَيْنَ نَجْمِ (الأَقْرَبِ الْقَنْطُورِيِّ) وَالْمُقَدَّرِ بِـ(27 . 4) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ.

وَيُمْكِنُ لِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ الْمِسَاحِيَّةِ أَنْ تُوصِلَنَا لِمَعْرِفَةِ أَبْعَادِ النُّجُومِ الَّتِي لاَ تَبْعُدُ عَنَّا أَكْثَرَ مِنْ (300) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، حَيْثُ تَبْدُو قَاعِدَةُ الْمُثَلَّثِ الْمُسَاوِيَةُ لِلْقُطْرِ الْكَبِيرِ لِمَدَارِ الأَرْضِ، كَمَا قَدَّمْنَا، مِنْ تِلْكَ النُّجُومِ كَأَنَّهَا نُقْطَةٌ نَنْظُرُ إِلَيْهَا مِنْ بُعْدِ (27)كم. وَلِصُعُوبَةِ قِيَاسِ بُعْدِ النُّجُومِ بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ، وَلاسْتِحَالَةِ قِيَاسِ بُعْدِ النُّجُومِ الأُخْرَى الَّتِي تَقَعُ عَلَى أَبْعَادٍ تَزِيدُ عَلَى (300) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ عَنَّا، فَقَدْ لَجَأَ الْعُلَمَاءُ إِلَى طَرَائِقَ فَلَكِيَّةٍ أُخْرَى، يُمْكِنُهَا أَنْ تُحَدِّدَ لَنَا بُعْدَ أَيِّ نَجْمٍ عَنَّا مَهْمَا كَانَ بُعْدُهُ، وَبِسُهُولَةٍ كَبِيرَةٍ.

وَتَعْتَمِدُ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ عَلَى تَحْلِيلِ طَيْفِ النَّجْمِ **Spectrum analysis**، بَعْدَ أَنْ ثَبَتَ أَنَّ نُورَهُ يَضْعُفُ كُلَّمَا ابْتَعَدَ عَنَّا، وَأَنَّ ضَعْفَهُ يَتَنَاسَبُ مَعَ مُرَبَّعِ الْمَسَافَةِ بَيْنَنَا وَبَيْنَهُ؛ أَيْ أَنَّهُ لَوْ كَانَ هُنَاكَ نَجْمٌ حَجْمُهُ كَحَجْمِ الشَّمْسِ، وَبَرِيقُهُ كَبَرِيقِهَا، وَكُتْلَتُهُ كَكُتْلَتِهَا، وَلَكِنَّ بُعْدَهُ عَنَّا يَزِيدُ عَلَى الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَنَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مَرَّتَيْنِ، لَقَلَّ نُورُهُ عَنْ نُورِهَا بِمِقْدَارِ (4) مَرَّاتٍ.

تحليل الضَّوء باستخدامِ المَوشُورِ

وَعِنْدَمَا يَزِيدُ بُعْدُهُ عَنَّا بِمِقْدَارِ (3) أَمْثَالِ الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَنَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ، نَجِدُ أَنَّ نُورَهُ يَقِلُّ عَنْ نُورِهَا بِمِقْدَارِ (9) مَرَّاتٍ.

وَقِيَاساً عَلَى ذَلِكَ، إِذَا مَا عَلِمْنَا مِقْدَارَ حَجْمِ نَجْمٍ، وَكُتْلَتِهِ، وَلَمَعَانِهِ، أَمْكَنَنَا بَعْدَ مُقَارَنَةِ لَمَعَانِهِ بِلَمَعَانِ الشَّمْسِ، أَنْ نَعْلَمَ مِقْدَارَ الْمَسَافَةِ الَّتِي تَفْصِلُنَا عَنْهُ مَا دُمْنَا نَعْرِفُ الْمَسَافَةَ الْقَائِمَةَ بَيْنَنَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ، وَالْمُقَدَّرَةَ وَسَطِيّاً بِـ(150) مِلْيُونَ كم، وَهِيَ الْمَعْرُوفَةُ بِاسْمِ الْوَحْدَةِ الْفَلَكِيَّةِ. إِلاَّ أَنَّ هَذِهِ الْوَحْدَةَ الْفَلَكِيَّةَ تُعْتَبَرُ شَيْئاً ضَئِيلاً جِدّاً بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ الْمَسَافَاتِ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَنَا وَبَيْنَ النُّجُومِ، لِذَا اعْتَمَدَ الْفَلَكِيُّونَ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةَ لِقِيَاسِ مِثْلِ تِلْكَ الْمَسَافَاتِ.

هَذَا بِالنِّسْبَةِ لِبُعْدِ النُّجُومِ الَّتِي تُسَاوِي الشَّمْسَ حَجْماً وَكُتْلَةً وَلَمَعاناً؛ أَمَّا النُّجُومُ الَّتِي تَخْتَلِفُ مَعَ الشَّمْسِ فِي وَاحِدٍ مِنْ تِلْكَ الأُمُورِ أَوْ أَكْثَرَ، زِيَادَةً أَوْ نُقْصَاناً، فَتُؤْخَذُ تِلْكَ الأُمُورُ بِعَيْنِ الاعْتِبَارِ عِنْدَ قِيَاسِ الْمَسَافَةِ.

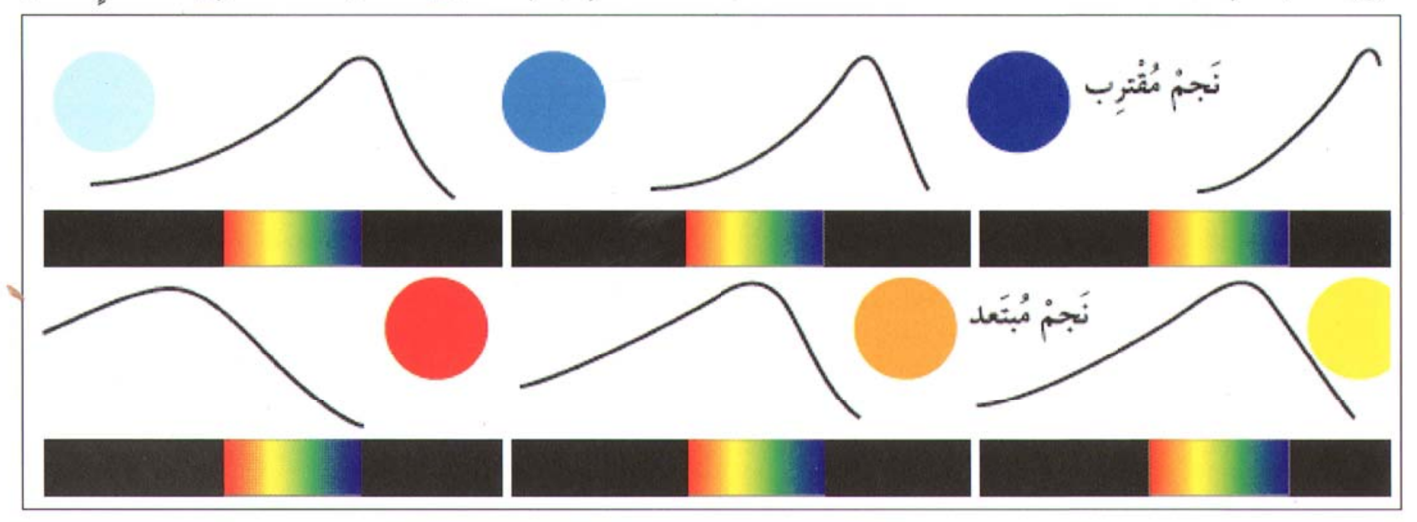
وَقَدْ قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (ستيبنز)، مَعَ عَدَدٍ مِنْ زُمَلاَئِهِ الأَسَاتِذَةِ مِنَ الْمُتَخَصِّصِينَ بِعِلْمِ الْفَلَكِ، بِاسْتِخْدَامِ جِهَازٍ كَهْرَضَوْئِيٍّ صُمِّمَ خِصِّيصاً لِقِيَاسِ بُعْدِ النُّجُومِ؛ وَقَدْ أَعْطَى نَتَائِجَ مُمْتَازَةً وَمُشَجِّعَةً، بَعْدَ أَنِ اسْتُخْدِمَ فِي قِيَاسِ بُعْدِ حَوَالَيْ (1000) نَجْمٍ.

اقْتِرَاب النُّجُومِ وَابتعادها عنا

لَقَدْ تَمَكَّنَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (دوبلر) مِنَ الْكَشْفِ عَنْ وُجُودِ نَوْعَيْنِ مِنَ النُّجُومِ: أَحَدُهُمَا يَتَّجِهُ مُسْرِعاً نَحْوَنَا، وَثَانِيهُمَا يُدْبِرُ مُسْرِعاً عَنَّا؛ وَذَلِكَ عَنْ طَرِيقِ رَصْدِهِ الْمُسْتَمِرِّ لِلنُّجُومِ الَّتِي لاَ تَحُولُ السُّدُمُ دُونَ رُؤْيَتِهَا وَاضِحَةً كُلَّ الْوُضُوحِ بِالْمَرَاقِبِ. وَصَاغَ كَشْفَهُ هَذَا بِقَانُونٍ اعْتَمَدَهُ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ، وَدُعِيَ تَكْرِيماً لَهُ بِاسْمِ (قَانُونِ دوبلر) **Doppler law**، وَمُلَخَّصُهُ: "إِنَّ النُّجُومَ الَّتِي تَزْدَادُ زُرْقَتُهَا خِلاَلَ رَصْدِهَا

الْمُسْتَمِرِّ هِيَ نُجُومٌ مُقْبِلَةٌ نَحْوَنا، وَأَمَّا النُّجُومُ الَّتِي تَتَحَوَّلُ زُرْقَتُهَا شَيْئاً فَشَيْئاً إِلَى اللَّوْنِ الأَحْمَرِ خِلاَلَ رَصْدِهَا الْمُسْتَمِرِّ فَهِيَ نُجُومٌ مُدْبِرَةٌ عَنَّا".

قَرِيباً فِي شَكْلِهِ مِنْ كَوْكَبِ (الْمُشْتَرِي). وَالنُّجُومُ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا بِسُرْعَةٍ فَائِقَةٍ تَزْدَادُ فَلْطَحَتُهَا حَتَّى تَكَادَ تُصْبِحُ سَطْحاً إِهْلِيلَجِيّاً مُنْتَفِخَ الْوَسَطِ، وَقَد يُصْبِحُ ذَا شَكْلٍ مُشَوَّهٍ

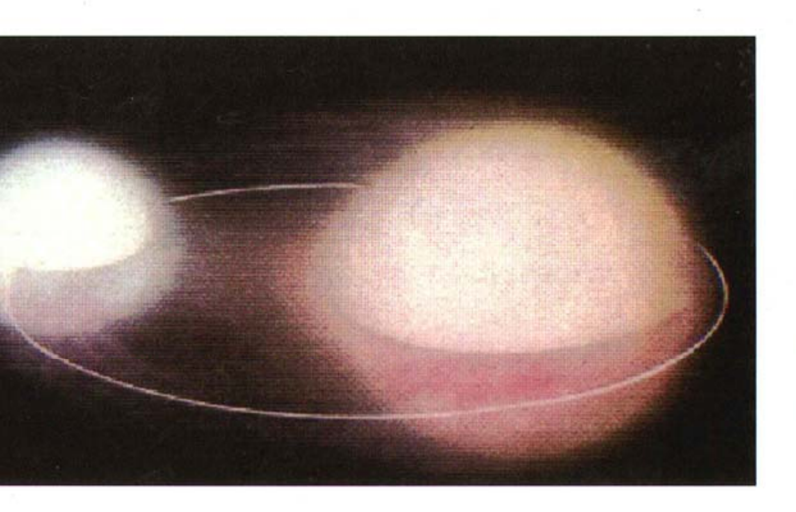


وَقَدْ بَنَى قَانُونَهُ هَذَا عَلَى أَنَّهُ فِي حَالَةِ إِقْبَالِ النَّجْمِ نَحْوَنا، يَحْدُثُ تَكَدُّسٌ فِي الْمَوْجَاتِ الضَّوْئِيَّةِ، يُؤَدِّي إِلَى قِصَرِ مَدَاهَا، وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى ازْدِيَادٍ فِي زُرْقَةِ النَّجْمِ كَمَا يَحْدُثُ فِي تَكَدُّسِ مَوْجَاتِ صَوْتِ الْقِطَارِ الْقَادِمِ نَحْوَنَا، وَقِصَرِهَا، مِمَّا يَجْعَلُ شِدَّتَهَا تَزْدَادُ شَيْئاً فَشَيْئاً مَعَ ازْدِيَادِ اقْتِرَابِهِ مِنَّا، بَيْنَمَا تَخِفُّ حِدَّةُ صَوْتِ ذَلِكَ القطارِ كُلَّمَا ابْتَعَدَ عَنَّا، لِتَبَاعُدِ الْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ فِيمَا بَيْنَهَا، وَازْدِيَادِ مَدَاهَا وَتَرَاخِيهَا.

أَشْكَالُ النُّجُومِ

تَخْتَلِفُ أَشْكَالُ النُّجُومِ بِاخْتِلاَفِ سُرْعَةِ دَوَرَانِهَا الْمِحْوَرِيِّ، أَيْ حَوْلَ نَفْسِهَا؛ فَالنُّجُومُ الَّتِي تُعَادِلُ سُرْعَةُ دَوَرَانِهَا حَوْلَ نَفْسِهَا سُرْعَةَ الشَّمْسِ تَقْرِيباً، الَّتِي تُنْهِي دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلَّ (27) يَوْماً مَرَّةً وَاحِدَةً وَسَطِيّاً، يَكُونُ شَكْلُهَا كُرَوِيّاً كَالشَّمْسِ. أَمَّا الَّتِي تَكُونُ دَوْرَتُهَا أَسْرَعَ مِنْ ذَلِكَ، فَيَكُونُ شَكْلُهَا مُفَلْطَحاً بَعْضَ الشَّيْءِ كَالأَرْضِ. وَإِذَا زَادَتْ سُرْعَةُ دَوَرَانِ النَّجْمِ حَوْلَ نَفْسِهِ، تَزْدَادُ فَلْطَحَتُهُ حَتَّى يُصْبِحَ

لَهُ ثَلاَثَةُ مَحَاوِرَ مُخْتَلِفَةُ الطُّولِ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي النَّجْمِ الْمُسَمَّى (تَاجُ الْجَوْزَاءِ) الَّذِي يُوَاجِهُ عَدَسَةَ الْمِرْقَبِ بِلَمَعَانٍ خَفِيفٍ عِنْدَمَا يَتَعَامَدُ قُطْرُهُ الاسْتِوَائِيُّ الصَّغِيرُ مَعَ خَطِّ نَظَرِ الرَّاصِدِ، ثُمَّ يَزْدَادُ اللَّمَعَانُ عِنْدَمَا يُوَاجِهُهُ بِقُطْرِهِ الاِسْتِوَائِيِّ الأَوْسَطِ، وَيَبْدُو فِي غَايَةِ لَمَعَانِهِ عِنْدَمَا يَتَعَامَدُ قُطْرُهُ الاسْتِوَائِيُّ الْكَبِيرُ مَعَ خَطِّ نَظَرِ الرَّاصِدِ.



النَّجمَان (يو. قيفاوس)

وهُناكَ نَماذجُ فَريدَةُ الشَّكلِ تَعرِضُها لَنا بَعْضُ النُّجومِ الثنائيةُ، ومِنْها النَّجمانِ اللَّذانِ يُطْلَقُ عَلَيهِما مَعاً اسْمُ (يو. قيفاوس)، وهُما جُزْءٌ مِنْ نُجومٍ كَوْكَبَةِ (قيفاوس أوِ الْمُلْتَهِب)، يَدورانِ حَوْلَ بَعْضِهِما بِسُرْعَةٍ كَبيرَةٍ أدَّتْ إلى إعْطاءِ كُلٍّ مِنْهُما شَكْلاً بَيْضَوِيّاً يُشْبِهُ بَيْضَةَ الدَّجاجِ، حَيْثُ تَكونُ مِنْطَقَةُ أحَدِ القُطْبَيْنِ فيهِما مُفَلْطَحَةً، أمّا مِنْطَقَةُ القُطْبِ الثّاني فيهِما فَمُدَبَّبَةٌ. ولَيْسَ هذا هُوَ الشَّيْءُ الفَريدُ فيهِما، وإنَّما يُرَيانِ وقَدِ الْتَفّا بِحِزامٍ مِنَ الْمَوادِّ الْغازِيَّةِ الْمُلْتَهِبَةِ، ناتِجٍ مِنْ دَفْعِ كُلٍّ مِنْهُما جُزْءاً مِنْ جِسْمِهِ الْغازِيِّ نَحْوَ الآخَرِ بِفِعْلِ الْقُوَّةِ النّابِذَةِ.

طَبَقاتُ النُّجومِ

تَتَأَلَّفُ النُّجومُ مِنْ ثَلاثِ طَبَقاتٍ أَساسِيَّةٍ، تُحيطُ بِها ثَلاثُ طَبَقاتٍ مُلْحَقَةٍ بِها.

(1) الطَّبَقاتُ الأَساسِيَّةُ :

1 . النَّواةُ الْمَرْكَزِيَّةُ :

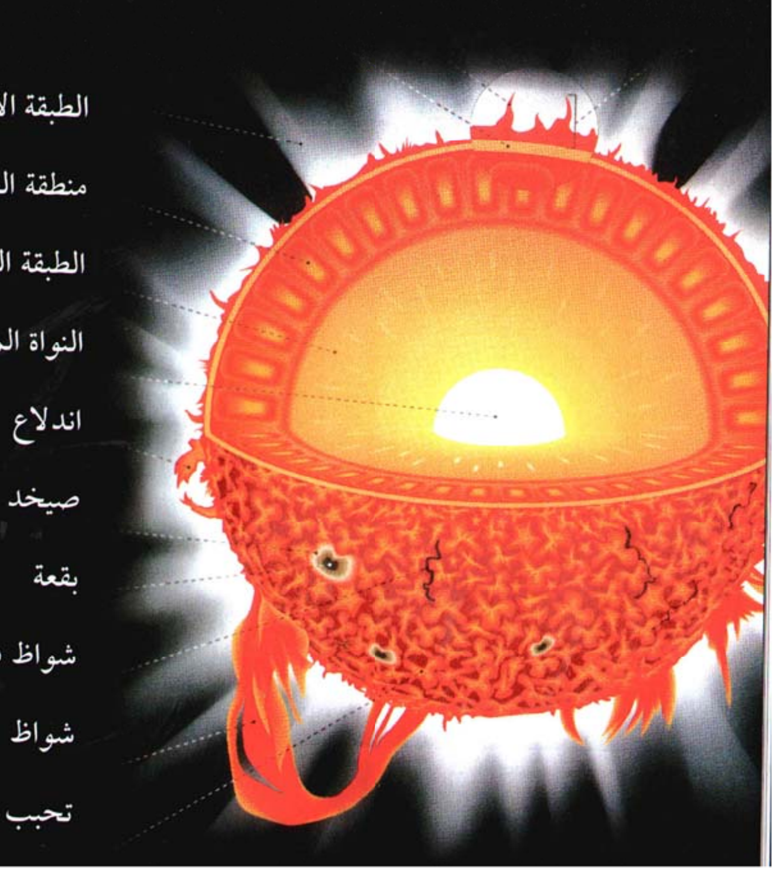
وَهِيَ الْكُرَةُ الَّتي تُحيطُ بِمَرْكَزِ النَّجْمِ، وتَمْتَدُّ مِنْهُ إلى مَسافاتٍ يَتَناسَبُ بُعْدُها عَنْهُ مَعَ عُمْرِ النَّجْمِ وحَجْمِهِ.

فَفي الشَّمْسِ الَّتي مَضى نِصْفُ عُمْرِها الْمُقَدَّرِ لَها، يَتَراوَحُ طولُ نِصْفِ قُطْرِ النَّواةِ بَيْنَ (400 - 500)كم؛ بَيْنَما يَصِلُ نِصْفُ قُطْرِ النَّواةِ فِي النُّجومِ الأَقْدَمِ، والَّتي يَكونُ لَها حَجْمُ الشَّمْسِ، إلى (1000) أوْ (2000)كم؛ وفي النُّجومِ الَّتي تَكْبُرُ الشَّمْسَ حَجْماً وعُمْراً، نَجِدُ أَنَّ نِصْفَ قُطْرِ نَواتِها يَتَراوَحُ بَيْنَ (7000 - 8000)كم.

وتَضَخُّمُ النَّواةِ ناشِئٌ عَنْ تَحَوُّلِ (الْهيدروجين) الْمُرَكَّبِ لِلنَّجْمِ إلى (هليوم) كَحَصيلَةٍ لِلتَّفاعُلاتِ النَّوَوِيَّةِ الْقائِمَةِ فِي النُّجومِ، والَّذي يَهْبِطُ بِسَبَبِ وَزْنِهِ النَّوْعِيِّ الثَّقيلِ، كَما مَرَّ مَعَنا، بِاتِّجاهِ مَرْكَزِ النَّجْمِ.

وتَراصُّ الذَّرّاتِ فِي النَّواةِ يَجْعَلُها تَضُمُّ (90 %) مِنْ كُتْلَةِ النَّجْمِ، أَيْ وَزْنِهِ، ويَجْعَلُها شَديدَةَ الْكَثافَةِ، حَتّى إنَّ السَّنْتيمِتْرَ الْمُكَعَّبَ الْواحِدَ مِنْ نَوى بَعْضِ النُّجومِ يَزِنُ (150 - 170) غراماً، أَيْ أَنَّها تَفوقُ بِكَثافَتِها كَثافَةَ (الزِّئْبَقِ) بِما يُعادِلُ (11 – 13) مَرَّةٍ، كَما تَكونُ دَرَجاتُ الْحَرارَةِ فِي النَّواةِ خَيالِيَّةً، إذْ تَبْلُغُ (14 - 40) مِلْيون دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، مِمّا يُساعِدُ باطِنَ النَّجْمِ عَلَى الاسْتِمْرارِ في تَفاعُلِهِ النَّوَوِيِّ.

وعِنْدَما يَتَحَوَّلُ جَميعُ غازِ (الْهيدروجين) فِي النَّجْمِ إلى (هليوم)، يَكونُ النَّجْمُ قَدْ أَصْبَحَ قَزَماً أَبْيَضَ، ذا كَثافَةٍ خَيالِيَّةٍ تُؤَدّي إلى نُشوءِ تَفاعُلٍ جَديدٍ في مادَّةِ (الْهليوم)، يَجْعَلُ النَّجْمَ يَفْقِدُ نورَهُ النّاشِئَ عَنِ التَّفاعُلِ، لِيَحِلَّ مَحَلَّهُ نورٌ خافِتٌ يَنْشَأُ عَنِ الْحَرَكَةِ التَّثاقُلِيَّةِ النّاتِجَةِ عَنِ انْجِذابِ أَطْرافِ النَّجْمِ نَحْوَ مَرْكَزِهِ. وعِنْدَما تَتَوَقَّفُ الْحَرَكَةُ التَّثاقُلِيَّةُ فِي النَّجْمِ، تَنْطَفِئُ آخِرُ جَذْوَةِ نورٍ فيهِ، فَيَتَحَوَّلُ إلى جُرْمٍ مُظْلِمٍ أَسْوَدَ، ذي كَثافَةٍ لا يَكادُ لِلْعَقْلِ أَنْ يَتَصَوَّرَها.



2. الطَّبَقَةُ الْمُشِعَّةُ :

وَهِيَ تُحِيطُ بِالنَّوَاةِ، وَيَخْتَلِفُ سُمْكُهَا بَيْنَ نَجْمٍ وَآخَرَ بِاخْتِلَافِ حَجْمِ النَّجْمِ. فَالنُّجُومُ الَّتِي يَكُونُ حَجْمُ كُلٍّ مِنْهَا قَدْرَ حَجْمِ الشَّمْسِ أَوْ قَرِيباً مِنْهُ، يَكُونُ سُمْكُ تِلْكَ الطَّبَقَةِ فِيهَا حَوَالَيْ (200) أَلْفِ كم؛ وَفِي النُّجُومِ الَّتِي يَزِيدُ حَجْمُهَا عَلَى حَجْمِ الشَّمْسِ (30) مِلْيُونَ مَرَّةٍ، يَبْلُغُ سُمْكُهَا (4) مَلَايِينَ كم؛ وَفِي النُّجُومِ الَّتِي يَزِيدُ حَجْمُهَا عَلَى حَجْمِ الشَّمْسِ بِـ (50) مِلْيُونَ مَرَّةٍ، يَبْلُغُ سُمْكُهَا (7) مَلَايِينَ كم.

وَتَكُونُ حَرَارَةُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ أَدْنَى مِنْ حَرَارَةِ النَّوَاةِ، وَتَتَرَاوَحُ بَيْنَ (1 – 4) مَلَايِينَ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ عِنْدَ السَّطْحِ، بَيْنَمَا تَزْدَادُ عِنْدَ مِنْطَقَةِ تَمَاسِّ هَذِهِ الطَّبَقَةِ مَعَ النَّوَاةِ حَتَّى تَبْلُغَ حَوَالَيْ (6) مَلَايِينَ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ. وَفِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ، تَكْتَمِلُ عَمَلِيَّاتُ التَّفَجُّرَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَكُونُ قَدْ بَدَأَتْ فِي النَّوَاةِ.

3. طَبَقَةُ الْحِمْلَانِ :

وَهِيَ تُحِيطُ بِالطَّبَقَةِ الْمُشِعَّةِ، وَيَتَرَاوَحُ سُمْكُهَا بَيْنَ (600.000)كم وَ(20) مِلْيُونَ كم، حَسَبَ حَجْمِ النَّجْمِ. وَقَدْ دُعِيَتْ بِطَبَقَةِ الْحِمْلَانِ لِوُجُودِ تَيَّارَاتٍ دَائِمَةِ الْحَرَكَةِ فِيهَا، الصَّاعِدُ مِنْهَا يَحْمِلُ مَعَهُ الْكُتَلَ الْغَازِيَّةَ الْحَارَّةَ، أَمَّا الْهَابِطُ مِنْهَا فَيَحْمِلُ مَعَهُ الْغَازَاتِ الَّتِي تَكُونُ قَدْ تَبَرَّدَتْ نِسْبِيّاً عِنْدَ بُلُوغِهَا سَطْحَ هَذِهِ الطَّبَقَةِ.

وَتُسَبِّبُ التَّيَّارَاتُ الصَّاعِدَةُ نُتُوءاتٍ عَلَى سَطْحِ النَّجْمِ، بَيْنَمَا تُحْدِثُ التَّيَّارَاتُ الْهَابِطَةُ عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ مُنْخَفَضَاتٍ مِمَّا يَجْعَلُ سَطْحَ النَّجْمِ حُبَيْبِيَّ الْمَظْهَرِ.

وَتَكُونُ الْحَرَارَةُ عِنْدَ قَاعِدَةِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ بَيْنَ (1.5 – 4) مَلَايِينَ دَرَجَةٍ، حَسَبَ حَجْمِ النَّجْمِ، بَيْنَمَا تَهْبِطُ عِنْدَ سَطْحِهَا إِلَى (15 – 500) أَلْفِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، حَسَبَ حَجْمِ النَّجْمِ.

(2) الطَّبَقَاتُ الْمُلْحَقَةُ :

1. الْغِلَافُ الْمُنِيرُ :

وَيَتَأَلَّفُ مِنَ الطَّبَقَةِ الضَّوْئِيَّةِ الَّتِي تُغَلِّفُ طَبَقَةَ الْحِمْلَانِ، وَعَنْهَا يَصْدُرُ النُّورُ وَالْحَرَارَةُ. وَيُقَدَّرُ سُمْكُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ بَيْنَ (500 – 11.000) كم، حَسَبَ حَجْمِ النَّجْمِ.

وَلِهَذَا الْغِلَافِ سَطْحٌ حُبَيْبِيُّ الْمَظْهَرِ أَيْضاً لِأَنَّهُ يَتَأَثَّرُ بِطَبَقَةِ الْحِمْلَانِ الْقَائِمَةِ تَحْتَهُ، حَيْثُ تُؤَدِّي التَّيَّارَاتُ الْحَارَّةُ الصَّاعِدَةُ فِيهَا إِلَى رَفْعِ الْغَازَاتِ الْوَاقِعَةِ فَوْقَهَا عِنْدَ طَبَقَةِ الْغِلَافِ الْمُنِيرِ نَحْوَ الْأَعْلَى، بَيْنَمَا تُؤَدِّي تَيَّارَاتُ الْحِمْلَانِ الْهَابِطَةُ إِلَى جَعْلِ الْمَنَاطِقِ الْوَاقِعَةِ فَوْقَهَا مُنْخَفِضَةً عِنْدَ سَطْحِ طَبَقَةِ الْغِلَافِ الْمُنِيرِ.

وَقَدْ دُعِيَتْ رُؤُوسُ الْأَعْمِدَةِ الْغَازِيَّةِ الْمُرْتَفِعَةُ عِنْدَ سَطْحِ الطَّبَقَةِ الْمُنِيرَةِ بِاسْمِ (حُبَيْبَةٍ) تَصْغِيراً لِاسْمِ (حَبَّةٍ)، لَا لِأَنَّهَا صَغِيرَةُ الْقَدْرِ، وَإِنَّمَا تَبْدُو كَذَلِكَ عِنْدَ مُقَارَنَتِهَا مَعَ حَجْمِ النَّجْمِ الْهَائِلِ وَمَعَ سَطْحِهِ الْمُتَّسِعِ. إِذْ كَشَفَتِ الْمَرَاصِدُ عَنْ أَنَّ سَطْحَ حُبَيْبَةٍ وَاحِدَةٍ مِنْ تِلْكَ الْحُبَيْبَاتِ تَرَاوَحَ قُطْرُهَا بَيْنَ (1500 - 5000)كم.

وَقَدْ يَتَجَمَّعُ كُلُّ (300-400) حُبَيْبَةٍ لِفَتْرَةٍ مُؤَقَّتَةٍ، لِتُكَوِّنَ حُبَيْبَةً ضَخْمَةً يَبْلُغُ قُطْرُهَا بَيْنَ (45.000 – 200.000)كم؛ وَالَّتِي تُدْعَى حِينَذَاكَ بِاسْمِ (الْحُجَيْرَةِ). وَلَا تَدُومُ الْحُجَيْرَةُ عَادَةً أَكْثَرَ مِنْ يَوْمٍ وَاحِدٍ. وَفِي فَتْرَةِ هِيَاجِ النَّجْمِ، تَتَجَمَّعُ الْحُجَيْرَاتُ فِي حُجَيْرَةٍ وَاحِدَةٍ ذَاتِ مِسَاحَةٍ مُتَرَامِيَةِ الْأَطْرَافِ، وَذَاتِ قُطْرٍ يَتَجَاوَزُ (700.000)كم.

وَتُقَدَّرُ حَرَارَةُ الْجُزْءِ السُّفْلِيِّ مِنْ هَذِهِ الطَّبَقَةِ بَيْنَ (15.000 – 500.000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، أَمَّا عِنْدَ السَّطْحِ فَتَتَرَاوَحُ بَيْنَ (5000 - 39.000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، فِي حِينِ يَكُونُ وَسَطِيُّ حَرَارَةِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ فِي الشَّمْسِ فِي حُدُودِ (5800) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ.

2. طَبَقَةُ خُطُوطِ امْتِصَاصِ الْحَرَارَةِ :

تُحِيطُ بِالطَّبَقَةِ الْمُنِيرَةِ طَبَقَةٌ تُدْعَى (طَبَقَةُ خُطُوطِ

امْتِصَاصِ الْحَرَارَةِ)، وَهِيَ تَمْتَدُّ إِلَى مَسَافَةِ (5000)كم فِي بَعْضِ النُّجُومِ، بَيْنَمَا تَمْتَدُّ فِي بَعْضِهَا الآخرِ إِلَى مَسَافَةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (13 - 15) مِلْيُونَ كم، حَسْبَ حَجْمِ النَّجْمِ.

وَيُشَكِّلُ الْجُزْءُ السُّفْلِيُّ مِنْ هَذِهِ الطَّبَقَةِ الَّذِي يُقَدَّرُ بِـ (10/1) سُمْكِهَا الْعَامِّ مِنْطَقَةً تُدْعَى (الْمِنْطَقَةُ الْمَاصَّةُ لِلْحَرَارَةِ) لأَنَّهَا تَمْتَصُّ الْحَرَارَةَ مِنَ الطَّبَقَةِ الْمُنِيرَةِ الْوَاقِعَةِ تَحْتَهَا، وَتُقَدَّرُ حَرَارَةُ هَذِهِ الْمِنْطَقَةِ الْمَاصَّةِ لِلْحَرَارَةِ بَيْنَ (4000 – 30.000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ عِنْدَ الْقَاعِدَةِ.

أَمَّا الْجُزْءُ الْعُلْوِيُّ مِنْ طَبَقَةِ امْتِصَاصِ الْحَرَارَةِ فَيُدْعَى بِـ (مِنْطَقَةِ طَيْفِ الامْتِصَاصِ النَّجْمِيِّ)، وَيَكُونُ أَقَلَّ حَرَارَةً مِنْ حَرَارَةِ الْمِنْطَقَةِ الْمَاصَّةِ لِلْحَرَارَةِ، كَمَا أَنَّ الْحَرَارَةَ تَقِلُّ فِيهَا كُلَّمَا اقْتَرَبْنَا مِنْ سَطْحِ هَذِهِ الْمِنْطَقَةِ.

3. طَبَقَةُ الْجَوِّ النَّجْمِيِّ:

تَعْلُو مِنْطَقَةَ طَيْفِ الامْتِصَاصِ النَّجْمِيِّ، وَتَمْتَدُّ إِلَى مَسَافَةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (5 - 10) مَلايِينَ كم، وَتَقِلُّ كَثَافَةُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ كُلَّمَا اتَّجَهْنَا نَحْوَ أَعْلاهَا؛ حَتَّى إِذَا مَا بَلَغْنَا مِنْطَقَةَ الْغَازَاتِ الْقَائِمَةَ فِيمَا بَيْنَ النُّجُومِ، كَانَتْ كَثَافَتُهَا كَأَدْنَى مَا تَكُونُ عَلَيْهِ كَثَافَةُ أَيٍّ مِنَ الْغَازَاتِ الأُخْرَى. وَتُقْسَمُ طَبَقَةُ الْجَوِّ النَّجْمِيِّ إِلَى طَبَقَتَيْنِ فَرْعِيَّتَيْنِ هُمَا: (أ) الطَّبَقَةُ الْمُلَوَّنَةُ (Chromosphere) وَهِيَ الْجُزْءُ السُّفْلِيُّ مِنْ مِنْطَقَةِ الْجَوِّ النَّجْمِيِّ، وَ(ب) الطَّبَقَةُ التَّاجِيَّةُ (Corona) وَهِيَ الْجُزْءُ الْعُلْوِيُّ مِنَ الْجَوِّ النَّجْمِيِّ.

أ) الطَّبَقَةُ الْمُلَوَّنَةُ:

هِيَ الَّتِي تَعْلُو طَبَقَةَ طَيْفِ الامْتِصَاصِ النَّجْمِيِّ؛ وَتَكُونُ ذَاتَ غَازَاتٍ حَارَّةٍ مُتَوَهِّجَةٍ؛ يَتَرَاوَحُ سُمْكُهَا بَيْنَ (2000 – 18.000)كم، حَسْبَ حَجْمِ النَّجْمِ وَدَرَجَةِ حَرَارَتِهِ؛ وَتَكُونُ حَرَارَةُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ أَعْلَى مِنْ حَرَارَةِ سَطْحِ النَّجْمِ بِحَوَالَيْ (3) مَرَّاتٍ؛ وَتَمْتَازُ هَذِهِ الطَّبَقَةُ بِأَنَّهَا مَبْعَثُ أَلْسِنَةٍ غَازِيَّةٍ مُتَوَهِّجَةٍ، تَرْتَفِعُ مُنْدَفِعَةً بَعِيداً عَنِ النَّجْمِ، وَبَالِغَةً مَسَافَاتٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (5000 – 50.000)كم وَبِقُطْرٍ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (1000 - 10.000)كم.

ب) الطَّبَقَةُ التَّاجِيَّةُ أَوِ الإِكْلِيلِيَّةُ:

وَهِيَ آخِرُ طَبَقَةٍ مُحِيطَةٍ بِالنُّجُومِ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ غَازَاتِ (الْحَدِيدِ) وَ(الْكالسيوم) وَ(النِّيكِل)؛ لِذَا تُدْعَى هَذِهِ الطَّبَقَةُ بِالتَّاجِ الْحَدِيدِيِّ لِلنُّجُومِ. وَهِيَ تَبْعَثُ بِكَمِيَّاتٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْغَازَاتِ الْمُتَأَيِّنَةِ الَّتِي تَنْطَلِقُ بِسُرْعَةٍ تَكْفِي لِهُرُوبِهَا مِنْ جَاذِبِيَّةِ النَّجْمِ إِلَى الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ عَلَى شَكْلِ رِيَاحٍ كَوْنِيَّةٍ ذَاتِ طَاقَةٍ كَهْرَطِيسِيَّةٍ حَتَّى تَبْلُغَ النُّجُومَ الأُخْرَى. وَتُقَدَّرُ حَرَارَةُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ التَّاجِيَّةِ بِـ (1 - 3) مَلايِينِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ.

طَاقَةُ النُّجُومِ

إِنَّ الْحَرَارَةَ وَالنُّورَ اللَّذَيْنِ يَشُعُّهُمَا النَّجْمُ وَيَبْعَثُ بِهِمَا إِلَى الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهِ وَإِلَى الْكَوَاكِبِ، وَمَا يَتْبَعُهَا مِنْ أَقْمَارٍ وَحَلَقَاتٍ، يَتَحَوَّلانِ إِلَى طَاقَةٍ Energy.

وَتُقَاسُ تِلْكَ الطَّاقَةُ بِالأَحْصِنَةِ كَتِلْكَ الأَحْصِنَةِ الَّتِي نُقَدِّرُ بِهَا قُدْرَةَ الْمُحَرِّكَاتِ عَلَى الْجَرِّ وَالنَّقْلِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ بِقَدْرِ مَا تَكُونُ النُّجُومُ ذَاتَ كَثَافَةٍ أَكْبَرَ، تَكُونُ الطَّاقَةُ الَّتِي تَشُعُّهَا

أَعْظَمَ. فَفِي النُّجُومِ الْمُسَمَّاةِ بِالأَقْزَامِ الْبَيْضَاءِ نَجِدُ أَنَّ كُلَّ سَنْتِيمِتْرٍ مُرَبَّعٍ وَاحِدٍ مِنْ سَطْحِهَا يَبْعَثُ بِطَاقَةٍ قَدْرُهَا (40) حِصَاناً مُقَابِلَ (0.8) مِنَ الْحِصَانِ تَبْعَثُ بِهَا الشَّمْسُ مِنْ كُلِّ (1) سَنْتِيمِتْرٍ مُرَبَّعٍ مِنْ سَطْحِهَا، وَمَا ذَاكَ إِلاَّ بِسَبَبِ الْكَثَافَةِ الْهَائِلَةِ الَّتِي تَنْتَهِي إِلَيْهَا تِلْكَ الأَقْزَامُ. وَفِي النُّجُومِ الَّتِي تَقِلُّ كَثَافَتُهَا عَنْ كَثَافَةِ الشَّمْسِ نَجِدُ أَنَّ الطَّاقَةَ الَّتِي يَبْعَثُ بِهَا مَا مِسَاحَتُهُ (1) سَنْتِيمِتْرٍ مُرَبَّعٍ مِنْهَا لاَ يَزِيدُ عَلَى (½) حِصَانٍ، وَقَدْ يَتَدَنَّى إِلَى أَقَلَّ مِنْ ذَلِكَ بِكَثِيرٍ أَحْيَاناً.



مَصْدَرُ الطَّاقَةِ فِي النُّجُومِ

لَقَدْ ظَنَّ الْعُلَمَاءُ الْقُدَامَى بِأَنَّ النُّجُومَ وَالشَّمْسَ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَادَّةٍ قَابِلَةٍ لِلاِحْتِرَاقِ، كَالْكربون وَمَا شَابَهَهُ، وَأَنَّ احْتِرَاقَ تِلْكَ الْمَادَّةِ هُوَ مَبْعَثُ النُّورِ وَالْحَرَارَةِ فِيهَا. ثُمَّ تَلاَهُمْ عُلَمَاءُ انْتَقَدُوا قَوْلَ مَنْ سَبَقَهُمْ، وَكَانَتْ حُجَّتُهُمْ فِي ذَلِكَ أَنَّهُ لَوْ كَانَ الْكربون، أَوْ مَا شَابَهَهُ مِنْ وَقُودٍ، هُوَ الَّذِي يُسْرِجُ الشَّمْسَ وَالنُّجُومَ، لاَنْطَفَأَتْ شُعْلَتُهَا خِلاَلَ عَشَرَاتٍ أَوْ مِئَاتِ الْقُرُونِ، اسْتِنَاداً إِلَى مَا تَوَصَّلُوا إِلَيْهِ مِنْ نَتَائِجَ عِلْمِيَّةٍ، قَدَّرُوا بِوَسَاطَتِهَا حَجْمَ الشَّمْسِ وَحَجْمَ النُّجُومِ. وَقَدْ دَعَّمُوا رَأْيَهُمْ ذَاكَ بِحُجَّةٍ أُخْرَى مُقْنِعَةٍ، وَهِيَ أَنَّ تِلْكَ الأَنْوَاعَ مِنَ الْوَقُودِ لاَ يُمْكِنُهَا، مَهْمَا عَظُمَتْ، أَنْ تُعْطِيَ الشَّمْسَ، عَلَى بُعْدِهَا الْكَبِيرِ عَنِ الأَرْضِ، مِثْلَ هَذِهِ الْحَرَارَةِ وَهَذَا النُّورِ.

وَعِنْدَمَا جَاءَ الْعَالِمُ الْفِيزْيَائِيُّ الأَلْمَانِيُّ (هيرمان فون هلمو هولتز) بِدِرَاسَتِهِ الَّتِي قَدَّمَهَا عَنِ النُّجُومِ، أَشَارَ إِلَى أَنَّ انْكِمَاشَ النُّجُومِ عَلَى نَفْسِهَا يُوَلِّدُ ضَغْطاً كَبِيراً، تَنْتُجُ عَنْهُ حَرَارَةٌ مُرْتَفِعَةٌ؛ وَمَعَ ازْدِيَادِ انْكِمَاشِ النُّجُومِ وَتَزَايُدِ الضَّغْطِ وَتَزَايُدِ ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ، يَصِلُ النَّجْمُ إِلَى مَرْحَلَةِ التَّأَجُّجِ الَّذِي يَصْدُرُ عَنْهُ ذَلِكَ النُّورُ السَّاطِعُ.

وَقَدْ لاَقَى هَذَا الرَّأْيُ مُعَارَضَةً قَوِيَّةً مِنْ عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ الْعُلَمَاءِ الآخَرِينَ الْمُهْتَمِّينَ بِمِثْلِ هَذِهِ الدِّرَاسَاتِ الْفَلَكِيَّةِ؛ وَقَالُوا لَوْ أَنَّ مَا جَاءَ بِهِ الْعَالِمُ (هلمو هولتز) كَانَ صَحِيحاً لَتَحَوَّلَتِ الشَّمْسُ وَالنُّجُومُ إِلَى أَجْرَامٍ أَصْغَرَ مِمَّا هِيَ عَلَيْهِ الْيَوْمَ بِكَثِيرٍ، وَخِلاَلَ مُدَّةٍ لاَ تَزِيدُ عَلَى (4000 – 000 . 16) سَنَةٍ، حَسْبَ عُمْرِ كُلٍّ مِنْهَا؛ وَرَأَوْا بِنَتِيجَةِ تَحَرِّيَاتِهِمْ وَدِرَاسَاتِهِمْ وَأَرْصَادِهِمْ أَنَّ النُّجُومَ وَالشَّمْسَ، وَإِنْ كَانَتْ مَرَّتْ فِي فَتْرَةٍ مِنْ فَتْرَاتِ تَطَوُّرِهَا بِحَالَةِ انْكِمَاشٍ، فَإِنَّ حُجُومَهَا الآنَ آخِذَةٌ فِي الزِّيَادَةِ؛ وَلَكِنَّهَا حِينَ تَسْتَهْلِكُ جُلَّ مَا فِيهَا مِنْ طَاقَةٍ سَتَعُودُ إِلَى الانْكِمَاشِ ثَانِيَةً. وَمَعَ هَذَا فَلَمْ يَسْتَطِيعُوا أَنْ يَتَقَدَّمُوا بِرَأْيٍ عِلْمِيٍّ حَوْلَ مَصْدَرِ تِلْكَ الطَّاقَةِ الَّتِي كَانَتْ بِمَثَابَةِ لُغْزٍ ظَلَّ بِلاَ حَلٍّ.

وَظَلَّ الأَمْرُ كَذَلِكَ حَتَّى جَاءَ الْعَالِمُ (آينشتاين) بِنَظَرِيَّتِهِ (النِّسْبِيَّةُ الْخَاصَّةُ) الَّتِي أَثْبَتَ بِوَسَاطَتِهَا أَنَ الْكُتْلَةَ تَتَحَوَّلُ إِلَى طَاقَةٍ؛ وَعِنْدَهَا فُتِحَتْ أَمَامَ الْعُلَمَاءِ آفَاقٌ جَدِيدَةٌ جَعَلَتْهُمْ يَنْكَبُّونَ مُجَدَّداً عَلَى دِرَاسَةِ الطَّاقَةِ الْمَوْجُودَةِ فِي الشَّمْسِ بِاعْتِبَارِهَا أَقْرَبَ نَجْمٍ إِلَى الأَرْضِ، وَبِخَاصَّةٍ بَعْدَ أَنْ تَمَّ التَّوَصُّلُ إِلَى إِجْرَاءِ تَفْجِيرٍ نَوَوِيٍّ.

وَفِي مُقَدِّمَةِ الْعُلَمَاءِ الَّذِينَ تَصَدَّوْا لِتِلْكَ الدِّرَاسَةِ (هانز بيته) الَّذِي قَامَ فِي عَامِ 1938م، بِدِرَاسَةِ الشَّمْسِ؛ وَتَوَصَّلَ إِلَى مَعْرِفَةِ سِرِّ مَصْدَرِ حَرَارَةِ الشَّمْسِ وَنُورِهَا؛ وَأَعْلَنَ أَنَّها سِلْسِلَةٌ مِنَ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ الْمُسْتَمِرَّةِ فِي الشَّمْسِ وَالنُّجُومِ، هِيَ الَّتِي تَمُدُّهَا بِتِلْكَ الْحَرَارَةِ وَذَاكَ النُّورِ؛ وَشَرَحَ كَيْفَ



تَتوالَى سِلْسلَةُ التَّفاعُلاتِ النَّوَوِيَّةِ
وَتَتِمُّ عِنْدَ انْفِجارِ الْقُنْبُلَةِ الذَّرِّيَّةِ
خِلالَ عِدَّةِ أَجْزاءٍ
مِنْ أَلْفِ جُزْءٍ مِنَ الثَّانِيَةِ
بَيْنَما تَظَلُّ الانْقِسَامَاتُ النَّوَوِيَّةُ
فِي مُخَلَّفاتِ تِلْكَ الْقُنْبُلَةِ تَتوالَى
كَمَا تَدُومُ آثارُهَا فِي مَكانِ الانْفِجارِ عِدَّةَ سِنِين

أَنَّ تِلْكَ التَّفاعُلاتِ النَّوَوِيَّةَ تُؤَدِّي إِلَى دَمْجِ (4) نَوَيَاتٍ مِنَ (الْهيدروجين)، وَبِمُسَاعَدَةِ نَوَى (الكربون)، لِتَتَحَوَّلَ إِلَى (4) (بروتوناتٍ)، وَتُشَكِّلُ هَذِهِ (الْبروتوناتُ) الأَرْبَعَةُ ذَرَّةً وَاحِدَةً مِنْ غَازِ (الْهليوم).

وَبِمَا أَنَّ نَوَاةَ كُتْلَةِ (الْهليوم) أَصْغَرُ مِنْ كُتْلَةِ النَّوَيَاتِ الأَرْبَعَةِ لِلْهيدروجين بِمِقْدَارِ (0.007)، فَإِنَّ هَذِهِ الْكُتْلَةَ الْفَائِضَةَ تَتَحَوَّلُ بَعْدَ التَّفَاعُلِ إِلَى طَاقَةٍ حَرَارِيَّةٍ وَأُخْرَى نُورِيَّةٍ، يُطْلِقُهُمَا النَّجْمُ أَوِ الشَّمْسُ نَحْوَ الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِكُلٍّ مِنْهُمَا.

وَكَانَ هُنَاكَ عَالِمٌ أَلْمَانِيٌّ اسْمُهُ (فايسكر)، انْتَهَى عَنْ طَرِيقِ دِرَاسَاتِهِ فِي عَامِ 1938م، إِلَى وُجُودِ تَفَاعُلٍ نَوَوِيٍّ فِي الشَّمْسِ؛ وَكَانَتِ النَّتَائِجُ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا مُطَابِقَةً لِمَا جَاءَتْ بِهِ دِرَاسَاتُ الْعَالِمِ (بيته). وَلَمَّا قَامَ كُلٌّ مِنَ الْعَالِمَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ بِحِسَابٍ لِكَامِلِ الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ النَّوَوِيَّةِ الْمُنْطَلِقَةِ مِنْ كُتْلَةِ الشَّمْسِ، مُعْتَمِدَيْنِ عَلَى الْقَانُونِ الرَّابِعِ مِنَ النَّظَرِيَّةِ النِّسْبِيَّةِ، وَقَارَنَا مَا تَوَصَّلَا إِلَيْهِ عَنْ طَرِيقِ الْحِسَابِ الرِّيَاضِيِّ مَعَ الْمِقْدَارِ الَّذِي يَصِلُ فِعْلاً مِنْ حَرَارَةِ وَضَوْءِ الشَّمْسِ إِلَى الأَرْضِ، وَجَدَا تَطَابُقاً تَامّاً بَيْنَهُمَا؛ الأَمْرُ الَّذِي أَكَّدَ صِحَّةَ دِرَاسَتَيْهِمَا، وَإِثْبَاتَ صِحَّةِ الْقَانُونِ الَّذِي تَوَصَّلَ إِلَيْهِ كُلٌّ مِنْهُمَا، بِصُورَةٍ مُنْفَرِدَةٍ، حَوْلَ ذَلِكَ الأَمْرِ. وَعِنْدَ ذَلِكَ، أَمْكَنَ تَعْمِيمُ مَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ تِلْكَ الدِّرَاسَاتُ عَلَى النُّجُومِ بِاعْتِبَارِهَا شُمُوساً وَلَكِنَّهَا سَحِيقَةُ الْبُعْدِ عَنَّا.

مَظَاهِرُ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِي النُّجُوم

لَقَدْ مَكَّنَتِ الْمَرَاقِبُ الْفَلَكِيَّةُ الْعُلَمَاءَ مِنَ الْكَشْفِ عَمَّا يُخَلِّفُهُ التَّفَاعُلُ النَّوَوِيُّ **Nuclear reaction** فِي الشَّمْسِ مِنْ مَظَاهِرَ وَأَحْدَاثٍ، نَظَراً لِقُرْبِهَا مِنَّا، حَتَّى إِنَّ بَعْضَ تِلْكَ الْمَظَاهِرِ مِثْلَ (الْكَلَفُ الشَّمْسِيُّ) **Sunspots**، أَيْ (الْبُقَعُ الشَّمْسِيَّةُ)، يُمْكِنُ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ أَنْ تَرَاهَا، وَلَكِنْ مِنْ خَلْفِ مُرَشِّحٍ ضَوْئِيٍّ لِيَحْجُبَ عَنِ الْعَيْنِ الأَشِعَّةَ الْبَاهِرَةَ الَّتِي تُتْلِفُ شَبَكِيَّةَ الْعَيْنِ، وَتُحْدِثُ الْعَمَى عِنْدَ النَّظَرِ إِلَيْهَا مُبَاشَرَةً.

وَيُمْكِنُ لِلْعَيْنِ أَحْيَاناً أَنْ تَرَى ذَلِكَ الْكَلَفَ الشَّمْسِيَّ بِدُونِ مُرَشِّحٍ فِي حَالَةِ وُجُودِ ضَبَابٍ كَثِيفٍ أَوْ غُبَارٍ مُعَلَّقٍ فِي الْجَوِّ، إِذْ يُخَفِّفُ كِلاهُمَا مِنْ وَهْجِ نُورِ الشَّمْسِ وَسُطُوعِهِ، وَيَحْجُبُ عَنِ الْعَيْنِ تِلْكَ الأَشِعَّةَ الضَّارَّةَ.

وَلَكِنَّ الْبُعْدَ السَّحِيقَ لِلنُّجُومِ لَمْ يَسْمَحْ لِتِلْكَ الْمَرَاقِبِ بِمُرَاقَبَةِ أَحْدَاثِ تِلْكَ التَّفَاعُلاتِ النَّوَوِيَّةِ فِي النُّجُومِ إِلَى أَنِ ابْتُكِرَ الْمِرْقَبُ الرَّادَارِيُّ **Radio telescope** الَّذِي أَخَذَ يَنْقُلُ لِلْعُلَمَاءِ مِنَ النُّجُومِ وَالْمَجَرَّاتِ وَالْكويزَارَاتِ الْقَابِعَةِ خَلْفَ الْمَجَرَّاتِ إِشَارَاتٍ قَامُوا بِدِرَاسَتِهَا وَتَحْلِيلِهَا وَمُقَارَنَتِهَا مَعَ الإِشَّارَاتِ الَّتِي سَجَّلَتْهَا الْمَرَاقِبُ عَنِ الشَّمْسِ؛ وَانْتَهَوْا مِنْ ذَلِكَ كُلِّهِ إِلَى أَنَّ الْمَظَاهِرَ وَالأَحْدَاثَ السَّائِدَةَ فِي النُّجُومِ لاَ تَخْتَلِفُ عَمَّا هُوَ عَلَيْهِ الأَمْرُ فِي الشَّمْسِ، إِلاَّ إِذَا اخْتَلَفَ النَّجْمُ عَنِ الشَّمْسِ بِعُمْرِهِ أَوْ حَجْمِهِ أَوْ كُتْلَتِهِ أَوْ نَوْعِيَّتِهِ.

وَلَمَّا تَطَوَّرَتِ الْمَرَاقِبُ الْفَلَكِيَّةُ أَكْثَرَ مِنْ ذِي قَبْلٍ، وَأَمْكَنَ لِلْعَيْنِ أَنْ تَرَى النُّجُومَ بِوُضُوحٍ أَكْبَرَ، وَلِلْعَدَسَاتِ أَنْ تُصَوِّرَهَا بِدِقَّةٍ أَكْثَرَ، اسْتَطَاعَ الْعُلَمَاءُ عِنْدَهَا أَنْ يُمِيطُوا اللِّثَامَ عَنِ الأَسْرَارِ الَّتِي كَانَتْ تَكْتَنِفُ بَعْضَ النُّجُومِ الَّتِي تَخْتَلِفُ عَنِ الشَّمْسِ مِنْ بَعْضِ الْوُجُوهِ.

وَيُمْكِنُ إِجْمَالُ الْمَظَاهِرِ وَالأَحْدَاثِ الَّتِي تَشْتَرِكُ فِيهَا مُعْظَمُ النُّجُومِ مَعَ الشَّمْسِ فِيمَا يَلِي:

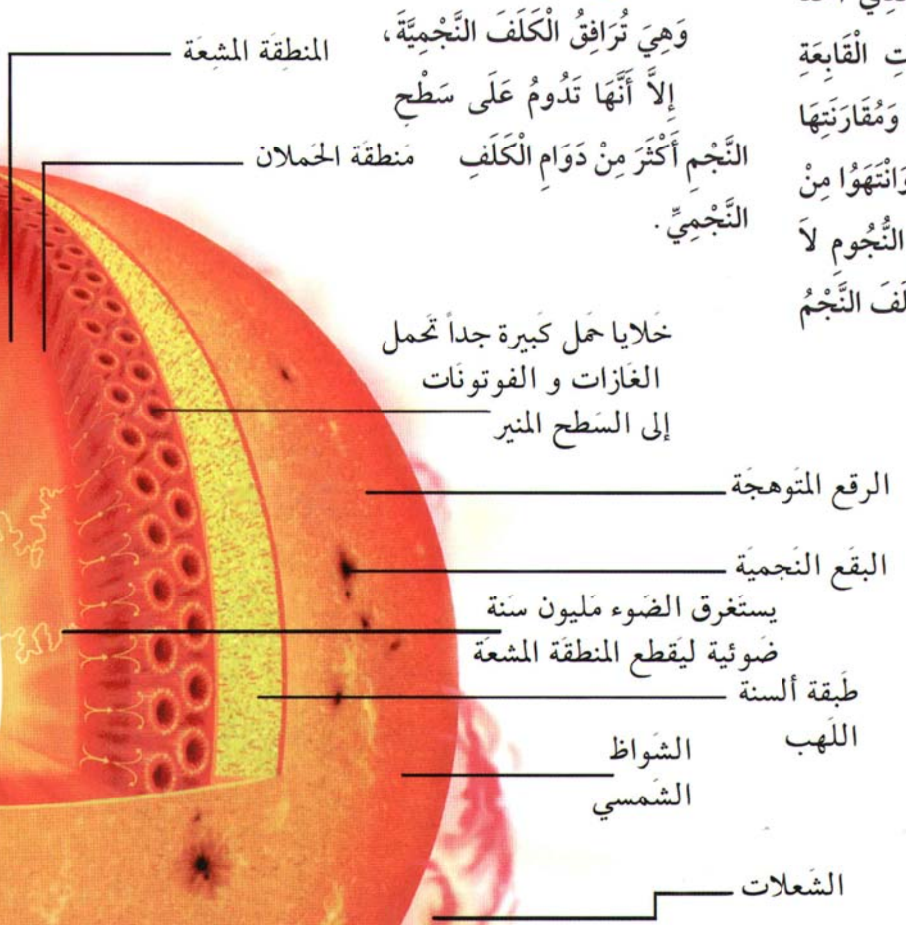
1) الْكُلَفُ أَوْ الْبُقَعُ النَّجْمِيَّةُ:

وَهِيَ بُقَعٌ تَبْدُو كَالْكَلَفِ الْمُظْلِمِ فِي سَطْحِ النَّجْمِ الْبَرَّاقِ الْمُتَوَهِّجِ. وَهِيَ عَلَى شَكْلِ دَوَّامَاتٍ صَاخِبَةٍ تَتَشَكَّلُ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَاءِ النَّجْمِ، ثُمَّ تَزْحَفُ مِنْهُ بِاتِّجَاهِ قُطْبَيْهِ، وَلَكِنَّهَا لاَ تَتَجَاوَزُ دَائِرَةَ عَرْضِ (40) شَمَالاً وَجَنُوباً.

وَقَدْ بَيَّنَتِ الدِّرَاسَاتُ أَنَّ إِظْلاَمَ تِلْكَ الْبُقَعِ نَاجِمٌ عَنْ أَنَّ الْحَرَارَةَ فِيهَا أَدْنَى بِكَثِيرٍ مِمَّا يُجَاوِرُهَا مِنْ سَطْحِ النَّجْمِ، وَأَنَّهَا مِنْ نِتَاجِ هِيَاجِ النَّجْمِ إِثْرَ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَشْتَدُّ أَحْيَاناً فِي بَاطِنِهِ، وَأَنَّ النَّجْمَ يَتَعَرَّضُ لِهِيَاجٍ دَوْرِيٍّ تَبْلُغُ فِيهِ الْكَلَفُ أَوْسَعَ انْتِشَارٍ لَهَا، وَبِأَكْبَرِ حَجْمٍ وَعَدَدٍ، ثُمَّ تَعْقُبُ ذَلِكَ فَتْرَةُ هُدُوءٍ يَصْفُو فِيهَا وَجْهُ النَّجْمِ، وَيَخْتَفِي مِنْهُ الْكَلَفُ إِلاَّ مَا نَدَرَ.

2) الرُّقَعُ الْمُتَوَهِّجَةُ:

وَهِيَ تُرَافِقُ الْكَلَفَ النَّجْمِيَّةَ، إِلاَّ أَنَّهَا تَدُومُ عَلَى سَطْحِ النَّجْمِ أَكْثَرَ مِنْ دَوَامِ الْكَلَفِ النَّجْمِيِّ.



3) أَلْسِنَةُ اللَّهَبِ وَالأَقْوَاسِ النَّارِيَّة :

سَطْحُ النَّجْم دَائِمُ الاضْطِرَابِ وَالصَّخَبِ، وَلَكِنَّهُ يَتَعَرَّضُ لِفَتْرَاتِ هِيَاجٍ، كَمَا يَتَعَرَّضُ لِفَتْرَاتِ هُدُوءٍ؛ وَخِلاَلَ فَتْرَةِ الْهِيَاجِ، تَنْدَفِعُ مِنَ النَّجْمِ أَلْسِنَةٌ وَأَقْوَاسٌ نَارِيَّةٌ، تَتَرَاوَحُ مِسَاحَةُ قَاعِدَةِ كُلِّ لِسَانٍ مِنْهَا بَيْنَ (5 – 10) مَلاَيِين كم2، وَقَدْ تَصِلُ إِلَى عَشَرَاتِ مَلاَيِينِ الْكِيلُومِتْرَاتِ الْمُرَبَّعَةِ فِي بَعْضِ النُّجُومِ ذَاتِ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ. كَمَا تَنْطَلِقُ مِنْ سَطْحِ النَّجْمِ حَتَّى تَبْلُغَ أَبْعَاداً شَاسِعَةً تُقَدَّرُ مَسَافَتُهَا بَيْنَ (0.3 – 3) مَلاَيِينَ كم؛ وَهِيَ إِذْ تَنْدَفِعُ فِي الْفَضَاءِ بِسُرْعَةٍ خَاطِفَةٍ، لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَخْتَفِيَ بِنَفْسِ السُّرْعَةِ أَيْضاً، وَلاَ يَزِيدُ زَمَنُ انْدِفَاعِهَا وَاخْتِفَائِهَا عَلَى سَاعَةٍ وَاحِدَةٍ عَلَى الرَّغْمِ مِنْ قَطْعِهَا مَسَافَةً تُعَادِلُ (9) مَرَّاتٍ مِنَ الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ الأَرْضِ وَالْقَمَرِ تَقْرِيباً.

وَلاَ تَتَوَقَّفُ تِلْكَ الأَلْسِنَةُ وَالأَقْوَاسُ النَّارِيَّةُ عَنِ الانْدِفَاعِ أَبَداً؛ وَلَكِنَّ عَدَدَهَا وَارْتِفَاعَهَا يَقِلاَّنِ فِي فَتْرَةِ الْهُدُوءِ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا النَّجْمُ بَعْدَ الْهِيَاجِ، وَيَنْثَنِي قِسْمٌ مِنْهَا بَعْدَ انْدِفَاعِهِ بَعِيداً لِيَعُودَ إِلَى سَطْحِ النَّجْمِ، وَتِلْكَ هِيَ الأَقْوَاسُ؛ بَيْنَمَا تَنْدَفِعُ الأَلْسِنَةُ الأُخْرَى مُنْفَصِلَةً عَنْ جِسْمِ النَّجْمِ لِيَتَلاَشَى فِي الْفَضَاءِ الْبَعِيدِ أَوْ لِيَتَسَاقَطَ عَلَى سَطْحِ النَّجْمِ مَرَّةً ثَانِيَةً وَيَنْدَمِجَ فِيهِ.

4) الشُّوَاظُ النَّجْمِيُّ :

وَهِيَ كُتَلٌ مُضِيئَةٌ، تَتَشَكَّلُ فِي الطَّبَقَةِ التَّاجِيَّةِ مِنَ النَّجْمِ، يَقْذِفُهَا النَّجْمُ بَعِيداً عَنْهُ فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ عَلَى شَكْلِ هَمَرَاتٍ أَوْ كُتَلٍ مِنَ الْوَهْجِ.

5) الشُّعْلاَتُ :

وَهِيَ تَتَوَلَّدُ فِي الطَّبَقَةِ التَّاجِيَّةِ مِنَ النَّجْمِ أَيْضاً، وَتَكُونُ عَلَى شَكْلِ كُتَلٍ غَازِيَّةٍ مُضِيئَةٍ، إِنَّمَا تَكُونُ أَقَلَّ تَوَهُّجاً مِنَ الْكُتَلِ الْمُضِيئَةِ لأَنَّهَا تَكُونُ أَقَلَّ حَرَارَةً مِنْهَا.

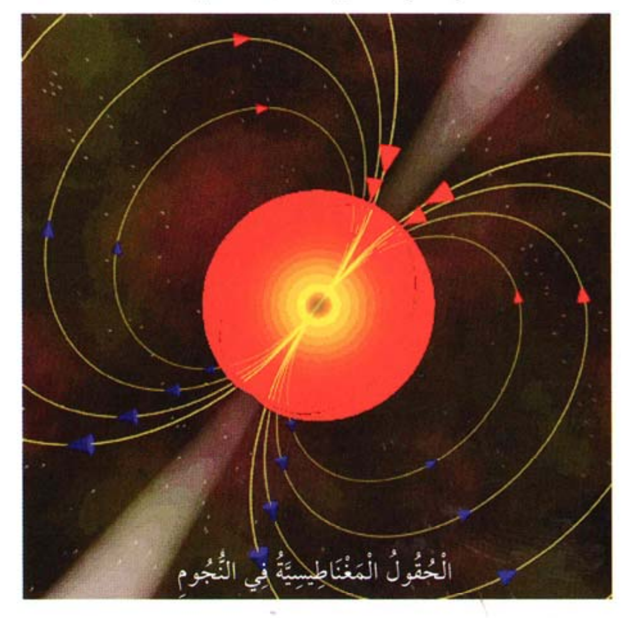
طَفَرَاتُ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِي النُّجُومِ

عِنْدَ بُلُوغِ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِي النُّجُومِ أَوْجَهُ، تَزْدَادُ مَظَاهِرُ ذَلِكَ التَّفَاعُلِ الَّتِي أَتينا عَلَى ذِكْرِهَا شِدَّةً، حَتَّى إِنَّهَا لَتَعُمُّ وَجْهَ النَّجْمِ عَلَى شَكْلِ طُوفَانٍ لاَ نَجِدُ لَهُ مَثِيلاً عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ، حَيْثُ تَتَزَاحَمُ وَتَتَصَادَمُ تِلْكَ الأَلْسِنَةُ وَالأَقْوَاسُ وَالشُّوَاظُ وَالشُّعْلاَتُ، مُقَدِّمَةً عَرْضاً نَارِيّاً رَائِعاً وَلَكِنَّهُ مُخِيفٌ. وَقَدْ لُوحِظَ أَنَّ مِثْلَ هَذَا الطُّوفَانِ يَتَكَرَّرُ فِي النُّجُومِ الْحَدِيثَةِ الْقَزَمَةِ مَرَّةً كُلَّ شَهْرٍ تَقْرِيباً، بَيْنَمَا يَتَكَرَّرُ فِي أَكْثَرِ النُّجُومِ مُتَوَسِّطَةِ الْعُمْرِ وَاللَّمَعَانِ مَرَّةً كُلَّ (10) سَنَوَاتٍ، أَمَّا فِي النُّجُومِ اللاَّمِعَةِ فَلاَ يَتَكَرَّرُ أَكْثَرَ مِنْ مَرَّةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ مِلْيُونِ عَامٍ.



الْحُقُولُ الْمَغْنَاطِيسِيَّةُ فِي النُّجُومِ

قَبْلَ أَنْ يَتِمَّ التَّعَمُّقُ فِي دِرَاسَةِ النُّجُومِ وَكَشْفِ أَسْرَارِهَا، اعْتَقَدَ الْعُلَمَاءُ بِأَنَّ الْحُقُولَ الْمَغْنَاطِيسِيَّةَ **Magnatic fields** فِيهَا مُرْتَبِطَةٌ بِمَنَاطِقِ الْكَلَفِ الَّتِي تُشَكِّلُهَا الدَّوَّامَاتُ



الْحُقُولُ الْمَغْنَاطِيسِيَّةُ فِي النُّجُومِ

النَّاتِجَةُ عَنِ الانْفِجَارَاتِ الْبَاطِنِيَّةِ لِلنَّجْمِ؛ تِلْكَ الدَّوَّامَاتُ الَّتِي لاَ تَتَجَاوَزُ الْمِنْطَقَةَ الْوَاقِعَةَ بَيْنَ خَطِّ الاِسْتِوَاءِ وَدَرَجَتَيْ عَرْضِ (40) شَمَالاً وَجَنُوباً. وَكَانَ ذَلِكَ قِيَاساً عَلَى الدِّرَاسَاتِ الَّتِي أَجْرَوْهَا حَوْلَ الشَّمْسِ.

ثُمَّ جَاءَتِ الدِّرَاسَاتُ الْحَدِيثَةُ، فِيمَا بَعْدُ، الَّتِي تَعَمَّقَتْ فِي مَجَالِ النُّجُومِ، فَبَيَّنَتْ أَنَّ سَطْحَ النَّجْمِ كُلَّهُ عِبَارَةٌ عَنْ حَقْلٍ مَغْنَاطِيسِيٍّ، وَأَنَّ قُطْبَيْ الْمَغْنَاطِيسِ فِيهِ يَتَبَادَلاَنِ مَوْقِعَهُمَا بَيْنَ فَتْرَةٍ وَأُخْرى؛ فَالْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ يُصْبِحُ جَنُوبِيّاً بَعْدَ أَنْ كَانَ شَمَالِيّاً، وَالْقُطْبُ الْجَنُوبِيُّ يُصْبِحُ شَمَالِيّاً بَعْدَ أَنْ كَانَ جَنُوبِيّاً.

الْقُدْرَةُ الْحَرَارِيَّةُ وَالنُّورِيَّةُ لِلنُّجُومِ[1]

تَخْتَلِفُ حَرَارَةُ النُّجُومِ وَنُورُهَا اخْتِلاَفاً كَبِيراً بَيْنَ مَجْمُوعَةٍ وَأُخْرَى مِنْهَا. وَقَدْ تَوَصَّلَ الْعُلَمَاءُ إِلَى هَذِهِ النَّتِيجَةِ عَنْ طَرِيقِ اخْتِلاَفِ أَلْوَانِ النُّجُومِ؛ إِذْ إِنَّهَا تَضُمُّ سِلْسِلَةً كَامِلَةً مِنَ الأَلْوَانِ، فَبَعْضُهَا ذُو لَوْنٍ أَحْمَرَ دَاكِنٍ، وَهِيَ أَقَلُّ النُّجُومِ قُدْرَةً شَمْعِيَّةً، وَلاَ تَزِيدُ حَرَارَةُ سَطُوحِهَا عَلَى (1400) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ. وَتَفُوقُهَا النُّجُومُ ذَاتُ اللَّوْنِ الأَصْفَرِ أَوِ الْبُرْتُقَالِيِّ الَّتِي تَفُوقُ النُّجُومَ الْحَمْرَاءَ حَرَارَةً وَنُوراً، وَتُقَدَّرُ حَرَارَةُ سُطُوحِهَا بِـ (2800) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ. ثُمَّ تَفُوقُهَا النُّجُومُ الْبَيْضَاءُ، وَمِنْهَا شَمْسُنَا، حَيْثُ تَرْتَفِعُ حَرَارَةُ سُطُوحِهَا إِلَى (5500) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ. ثُمَّ تَفُوقُهَا النُّجُومُ الزَّرْقَاءُ الْحَدِيثَةُ الَّتِي تَصِلُ حَرَارَةُ سُطُوحِهَا إِلَى (15000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ. وَتَفُوقُ النُّجُومُ ذَاتُ اللَّوْنِ الْبَنَفْسَجِيِّ، الْحَدِيثَةُ جِدّاً، بَقِيَّةَ نُجُومِ السَّمَاءِ قَاطِبَةً بِقُدْرَتِهَا الشَّمْعِيَّةِ، إِذْ تُقَدَّرُ حَرَارَةُ سُطُوحِهَا بِـ (39000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، وَقَدْ تَزِيدُ عَلَى ذَلِكَ أَحْيَاناً.



إن تَساوى شُعاعا (قطرا) نجْمَين فَإِنَّ النَّجمَ الأسْخنَ يَكونُ أكْثرَ تَألُقاً، وإنْ تَساوَت حَرارة نَجمينِ مُخْتلفي الحَجمِ، فالنَّجمُ الأكبرُ يكونُ أكْثر تَألُقاً.

حُجُومُ النُّجُومِ

مُعْظَمُ نُجُومِ السَّمَاءِ يُقَارِبُ حَجْمُهَا حَجْمَ شَمْسِنَا الَّذِي يُعَادِلُ (1.407.500) مِلْيَارَ مَتْرٍ مُكَعَّبٍ. وَقَدْ وَجَدَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ حَوَالَيْ (1/10) نُجُومِ السَّمَاءِ هِيَ نُجُومٌ أَكْبَرُ حَجْماً مِنَ الشَّمْسِ بِكَثِيرٍ، وَأَنَّ بَعْضَهَا يَفُوقُ حَجْمَ الشَّمْسِ بِمِئَاتِ الْمَرَّاتِ، بَيْنَمَا يَفُوقُهَا الْبَعْضُ الآخَرُ بِأُلُوفِ الْمَرَّاتِ أَوْ بِمَلاَيِينِ الْمَرَّاتِ؛ فَمِنْ ذَلِكَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (مِنْكَبُ الْجَوْزَاءِ)، أَوْ (ألفا.الْجَبَّارِ)، فَهُوَ يَكْبُرُ الشَّمْسَ بِمِقْدَارِ (25) مِلْيُونَ مَرَّةٍ. وَكَذَلِكَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْمِيرَةُ)، أَوْ (ميو.قيطس)، فَإِنَّهُ يَكْبُرُ الشَّمْسَ بِمِقْدَارِ (30) مِلْيُونَ مَرَّةٍ.

وَضَخَامَةُ مِثْلِ تِلْكَ النُّجُومِ دَعَتْ عُلَمَاءَ الْفَلَكِ إِلَى تَسْمِيَتِهَا بِالنُّجُومِ الْعَمَالِقَةِ **Giant stars**؛ وَبِمَا أَنَّهَا تُشَكِّلُ مَجْمُوعَةً مَحْدُودَةً مِنْ نُجُومِ السَّمَاءِ، فَقَدْ أَفْرَدُوا لَهَا مَكَاناً خَاصّاً بِهَا خَارِجَ السِّلْسِلَةِ الَّتِي ضَمَّتِ النُّجُومَ الَّتِي خَضَعَتْ لِتَتَابُعٍ مُنْتَظَمٍ، وَالَّتِي أُطْلِقَ عَلَيْهَا اسْمُ (نُجُومُ سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ) **Main sequence stars**.

كَمَا وَجَدُوا أَنَّ (1/10) نُجُومَ السَّمَاءِ أَيْضاً هِيَ نُجُومٌ أَصْغَرُ مِنَ الشَّمْسِ بِكَثِيرٍ، مِمَّا دَعَاهُمْ إِلَى تَسْمِيَتِهَا بِالنُّجُومِ

---

(1) تُقَاسُ الطَّاقَةُ النُّورِيَّةُ الَّتِي تَصْدُرُ عَنِ النُّجُومِ بِمَا يُطْلِقُهُ السَّنْتِيمِتْرُ الْمُرَبَّعُ الْوَاحِدُ مِنْ سَطْحِهَا مِنْ نُورٍ بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ مَا يُوَازِيهِ مِنَ النُّورِ الصَّادِرِ عَنِ الشُّمُوعِ ذَاتِ الْقُطْرِ (2.5)سم؛ لِذَا دُعِيَتْ تِلْكَ الطَّاقَةُ بِالطَّاقَةِ الشَّمْعِيَّةِ

الأَقْزام لأَنَّ بَعْضَها مِنَ الصِّغَرِ بِحَيْثُ لَمْ يَزِدْ حَجْمُهُ عَلى حَجْمِ الْكَوْكَبِ (عُطارِدْ)، أَصْغَرِ كَواكِبِ الْمَجْموعَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْماً؛ وَأَكْبَرُها لا يَكادُ يَتَعَدّى حَجْمُهُ حَجْمَ الْكَوْكَبِ (أورانوس)، رابعِ كَواكِبِ الْمَجْموعَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْماً. وَهَذا ما دَعا الْعُلَماءَ أَيْضاً إِلى إِخْراجِ هَذِهِ النُّجومِ مِنْ سِلْسِلَةِ التَّتابُعِ الرَّئيسِ لِلنُّجومِ الأُخْرى.

تَقْديرُ حُجُومَ النُّجُومِ بِوَساطَةِ الأَجْهِزَةِ

تَعْتَمِدُ الطَّريقَةُ الْمُتَّبَعَةُ في تَقْديرِ حَجْمِ النَّجْمِ عَلى مَعْرِفَةِ مِقْدارِ الطّاقَةِ الشَّمْعِيَّةِ الصّادِرَةِ عَنْ سَنْتيمِتْرٍ مُرَبَّعٍ واحِدٍ مِنْ سَطْحِ النَّجْمِ، ثُمَّ مَعْرِفَةِ مُجْمَلِ الطّاقَةِ الشَّمْعِيَّةِ الصّادِرَةِ عَنِ النَّجْمِ. وَبِنَتيجَةِ قِسْمَةِ مُجْمَلِ الطّاقَةِ عَلى طاقَةِ السَّنْتيمِتْرِ الْمُرَبَّعِ الْواحِدِ، نَحْصَلُ عَلى مِساحَةِ سَطْحِ النَّجْمِ الْكُرَوِيِّ. وَنَحْنُ حينَ نَتَوَصَّلُ إِلى مَعْرِفَةِ مِساحَةِ الْكُرَةِ، نَسْتَطيعُ التَّوَصُّلَ إِلى مَعْرِفَةِ حَجْمِها بِعَمَلِيَّةٍ رِياضِيَّةٍ عَلى غايَةٍ مِنَ السُّهولَةِ.

وَالأَجْهِزَةُ الْفَلَكِيَّةُ الْحَديثَةُ، وَعَلى رَأْسِها الْمِرْقَبُ، كَفيلَةٌ بِإِعْطائِنا الْقُدْرَةَ الشَّمْعِيَّةَ، سَواءً لِمُجْمَلِ سَطْحِ النَّجْمِ أَوْ لِلسَّنْتيمِتْرِ الْمُرَبَّعِ الْواحِدِ مِنْهُ.

الْعَلاقَةُ بَيْنَ حَجْمِ النَّجْمِ وَقُدْرَتِهِ الشَّمْعِيَّةِ

لاحَظَ الْعُلَماءُ أَثْناءَ دِراسَتِهِمْ لِقُدْرَةِ النُّجومِ الشَّمْعِيَّةِ أَنَّ بَعْضَ النُّجومِ الْحَمْراءِ، وَالَّتي لا تَزيدُ دَرَجَةُ حَرارَةِ سَطْحِها عَلى (1400) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، تَبْعَثُ مِنَ الْحَرارَةِ وَالنّورِ قَدْرَ ما يَبْعَثُهُ نَجْمٌ بَنَفْسَجِيٌّ ساطِعٌ تَصِلُ حَرارَةُ سَطْحِهِ إِلى (39000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ؛ فَاسْتَنْتَجوا مِنْ ذَلِكَ أَنَّ سَطْحَ تِلْكَ النُّجومِ الْحَمْراءِ يَكْبُرُ سَطْحَ تِلْكَ النُّجومِ الْبَنَفْسَجِيَّةِ بِمِقْدارِ (28) مَرَّةً، مِمّا جَعَلَها تَفوقُ بِطاقَتِها الشَّمْعِيَّةِ طاقَةَ النُّجومِ الْبَنَفْسَجِيَّةِ.

وَقَدْ عَمَدَ أَحَدُ الْعُلَماءِ إِلى دِراسَةِ الْقُدْرَةِ الشَّمْعِيَّةِ لِلنَّجْمِ الأَحْمَرِ الْمُسَمّى (مِنْكَبُ الْجَوْزاءِ)، أَوْ (أَلْفا الْجَبّارِ)، فَتَبَيَّنَ لَهُ أَنَّهُ يُرْسِلُ مِنَ الْحَرارَةِ وَالنّورِ قَدْراً يُعادِلُ (6000) مَرَّةٍ مِمّا تُرْسِلُهُ الشَّمْسُ مِنْهُما إِلى الْفَضاءِ، عَلى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ الشَّمْسَ تُعَدُّ نَجْماً أَصْفَرَ. وَانْتَهى مِنْ دِراسَتِهِ



إِلَى أَنَّ سَطحَ (مِنْكَبُ الْجَوْزَاءِ) أَكبَرُ مِنْ سَطحِ الشَّمْسِ بِحَوالَيْ (6000) مَرَّةٍ.

كُتْلَةُ النُّجُومِ (وَزْنُهَا)

لاَ تَرْتَبِطُ كُتْلَةُ النَّجْم بِحَجْمِهِ، وَإِنَّمَا تَرْتَبِطُ بِمِقْدَارِ كَثَافَتِهِ الَّتِي تَزِيدُ مَعَ تَقَدُّمِ النَّجْمِ فِي عُمْرِهِ، حِينَ يَتَحَوَّلُ الْقِسْمُ الأَكْبَرُ مِنْ مَادَّةِ النَّجْمِ، الْمُؤَلَّفَةِ فِي الدَّرَجَةِ الأُولَى مِنْ غَازِ (الْهِيدروجين) ذِي الْكَثَافَةِ الْقَلِيلَةِ، إِلَى غَازِ (الْهِيليوم) ذِي الْكَثَافَةِ الأَكْبَرِ.

لِذَا نَجِدُ نُجُوماً مِثْلَ (رَفِيقُ الشِّعْرى الْخَفِيُّ) الْهَرِمِ، وَالَّذِي يُشَكِّلُ حَجْمُهُ (1/100.000) مِنْ حَجْمِ الشَّمْسِ، تَزِيدُ كُتْلَتُهُ عَلَى كُتْلَةِ الشَّمْسِ بِمَا يُقَارِبُ (400.000) مَرَّةٍ.

إِلاَّ أَنَّ الْعَالِمَ الْفَلَكِيَّ (آرثر ادينغتون) انْتَهَى مِنْ دِرَاسَاتِهِ حَوْلَ كُتْلَةِ النُّجُومِ إِلَى أَنَّ دَرجَةَ لَمَعَانِ النَّجْمِ تُعْطِينَا الدَّلاَلَةَ عَلَى كُتْلَتِهِ؛ وَأَنَّهُ كُلَّمَا ازْدَادَ لَمَعَانُهُ، كَبُرَتْ كُتْلَتُهُ، أَيِ ازْدَادَ وَزْنُهُ. وَضَرَبَ أَمْثِلَةً عَلَى ذَلِكَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (غاما. الدَّجَاجَةِ)، وَبَيَّنَ أَنَّ كُتْلَتَهُ تَفُوقُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (17) مَرَّةً، لأَنَّ لَمَعَانَهُ يَفُوقُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (30.000) مَرَّةٍ؛ وَأَنَّ النَّجْمَ الْمُسَمَّى (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّة) تَفُوقُ كُتْلَتُهُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (2.4) مِنَ الْمَرَّاتِ، لأَنَّ لَمَعَانَهُ يَفُوقُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (40) مَرَّةً؛ وَأَنَّ النَّجْمَ الْمُسَمَّى (النَّجْمُ الْخَافِتُ B-60)، مِنْ سِجِلِّ (كروجر)، لاَ تَزِيدُ كُتْلَتُهُ عَلَى (1/10) كُتْلَةِ الشَّمْسِ، لأَنَّ لَمَعَانَهُ فِي حُدُودِ (0.001) مِنْ لَمَعَانِ الشَّمْسِ.

وَالنُّجُومُ الَّتِي لاَ تَنْطَبِقُ عَلَيْهَا هَذِهِ الْقَاعِدَةُ هِيَ نُجُومٌ شَاذَّةٌ، تَمُرُّ بِوَضْعٍ خَاصٍّ مِنْ مَرَاحِلِ حَيَاتِهَا؛ فَمِنْ ذَلِكَ أَنَّ النَّجْمَ الْمُسَمَّى (الْجَرُوُ) تُعَادِلُ كُتْلَتُهُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ، وَمَعَ ذَلِكَ فَإِنَّ لَمَعَانَهُ لاَ يَزِيدُ عَلَى (2 %) مِنْ لَمَعَانِ الشَّمْسِ، وَذَلِكَ

السِّمَاكُ الرَّامِحُ: 24

الدُّبْرَان: 60

الشَّمْس: 1

مِنكَبُ الجَوْزَاءِ: 900

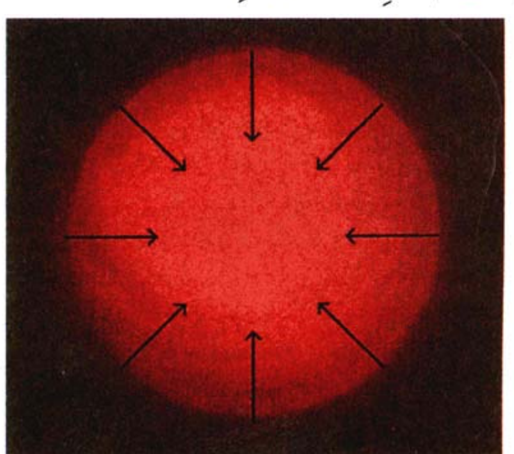
قَلْبُ الْعَقْرَب: 230

لأَنَّ هَذَا النَّجْمَ يَمُرُّ بِحَالَةٍ مِنَ الْخُمُودِ، بَعْدَ أَنِ اسْتَهْلَكَ وَقُودَهُ الْهيدروجينيَّ، وَأَن الطَّاقَةَ الْحَرَارِيَّةَ وَالضَّوئِيَّةَ الْمُنْبَعِثَةَ مِنْهُ نَاتِجَةٌ عَنِ انْكِمَاشِهِ الْبَطِيءِ عَلَى نَفْسِهِ، وَعَمَّا يُحْدِثُهُ ذَلِكَ مِنْ طَاقَةٍ تَثَاقُلِيَّةٍ فِيهِ، تُسَبِّبُ ضَغْطاً هَائِلاً يُؤَدِّي إِلَى صُدُورِ آخِرِ رَمَقٍ فِيهِ مِنَ الْحَرَارَةِ وَالنُّورِ.

كَثَافَةُ النُّجُوم

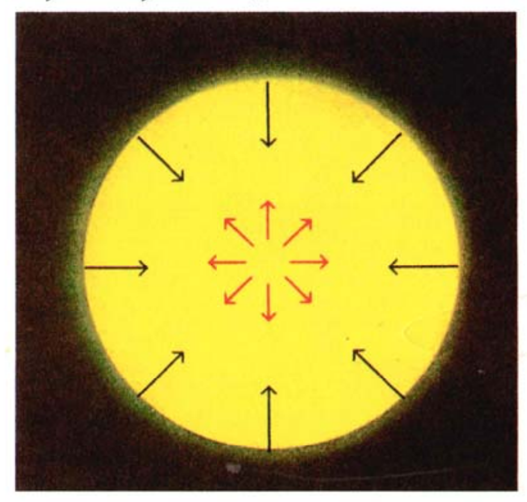
وَنَعْنِي بِهَا نِسْبَةُ مَا يَزِنُهُ السَّنْتِيمِتْرُ الْمُكَعَّبُ الْوَاحِدُ مِنْ جُرْمِ النَّجْمِ، مُقَدَّراً بِالْغرامَاتِ إِلَى حَجْمِهِ، أَوْ نِسْبَةُ مَا يَزِنُهُ الْمُكَعَّبُ الْوَاحِدُ مِنْ جُرْمِ النَّجْمِ، مُقَدَّراً بِالْكيلوغرامات إِلَى حَجْمِهِ.

وَأَقَلُّ النُّجُومِ كَثَافَةً مَا كَانَ مِنْهَا حَدِيثَ التَّشَكُّلِ، إِذْ لاَ يَزَالُ قِسْمُهُ الأَكْبَرُ مُؤَلَّفاً فِي الدَّرَجَةِ الأُولَى مِنَ الْغَازَاتِ، وَفِي طَلِيعَتِهَا غَازُ (الْهيدروجين) الْخَفِيفُ، بَيْنَمَا لاَ يَزَالُ يَنْدُرُ فِيهَا غَازُ (الْهيليوم)، وَهُوَ غَازٌ ثَقِيلٌ تَزْدَادُ كَمِيَّتُهُ مَعَ تَقَدُّمِ النَّجْمِ بِالْعُمْرِ عَلَى حِسَابِ (الْهيدروجين).



لَقدْ وُجِدَتِ الشَّمسُ مُنذُ (5 مليارات سنة) عِنْدما تجَمَّعَ الغازُ والغُبارُ مِنَ الفَضاء بِوساطةِ الجاذبيَّةِ كَما هُوَ مُوضَّحٌ بالأَسْهُمِ السَّوْداءِ. وَعِنْدَما تَقلَّصَتِ هَذهِ الطَّاقَة الشَّمسيَّة ازْدادَتِ الحَرارةُ عِندَ المَركزِ، فَنشطتِ التَّفاعلاتُ الحَراريَّةُ النَّوويَّةُ مُنتجَةً الطاقَّة.

كَمَا أَنَّ تَيَّارَاتِ الْحِمْلاَنِ الَّتِي تَكُونُ عَلَى أَشُدِّهَا فِي النُّجُومِ الْحَدِيثَةِ، وَهِيَ تَيَّارَاتٌ نَاتِجَةٌ عَنِ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ فِي بَاطِنِ النَّجْمِ، تُسَاهِمُ فِي خَلْخَلَةِ مَادَّةِ النَّجْمِ، حَيْثُ تَنْبَعِثُ مِنْ بَاطِنِ النَّجْمِ نَحْوَ مُحِيطِهِ، ثُمَّ تَرْتَدُّ نَحْوَ بَاطِنِهِ. وَعَلَى الرَّغْمِ مِنِ انْقِضَاءِ حَوَالَيْ (4600) مِلْيُونِ سَنَةٍ عَلَى تَشَكُّلِ الشَّمْسِ، وَهُوَ نِصْفُ الْعُمْرُ الْمُقَدَّرُ لَهَا، فَإِنَّ كَثَافَتَهَا الْوَسَطِيَّةَ لاَ تَزِيدُ عَلَى (1.41) غراماً فِي السَّنْتِيمِتْرِ الْمُكَعَّبِ الْوَاحِدِ.

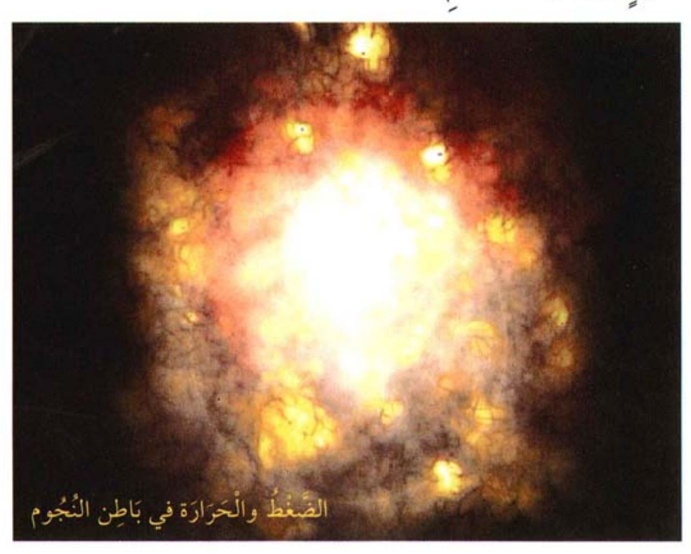


الشَّمسُ حالياً نَجمٌ صَغيرٌ، وتَحتفظُ بِحَجمِها لأنَّ الحَرارَةَ بِداخِلها تُحدثُ ضَغْطاً، كَما تُوضِّح الأَسْهُمُ الحَمْراءُ، تَتعادَلُ قُوَّتُه مَعَ قُوَّة جَذبِ الشَّمسِ، وهَذا التَّوازنُ يَعملُ عَلى بَقاءِ الغازاتِ في الشَّمسِ دونَ أنْ تَتماسَكَ.

وَالنُّجُومُ الَّتِي تَكُونُ أَحْدَثَ عُمْراً مِنَ الشَّمْسِ، هِيَ دُونَ الشَّمْسِ كَثَافَةً، وَبِكَثِيرٍ أَحْيَاناً؛ أَمَّا النُّجُومُ الْمُعَمِّرَةُ، وَالْهَرِمَةُ مِنْهَا خَاصَّةً، فَإِنَّهَا تَكُونُ ذَاتَ كَثَافَةٍ عَالِيَةٍ. وَعِنْدَمَا تَتَحَوَّلُ النُّجُومُ الْهَرِمَةُ إِلَى أَقْزَام، فَإِنَّ كَثَافَتَهَا تَكَادُ تُصْبِحُ خَيَالِيَّةً؛ فَالنَّجْمُ الْقَزَمُ الأَبْيَضُ الْمُسَمَّى (رَفِيقُ الشِّعْرى الْخَفِيُّ)، وتَرْتَفِعُ كَثَافَتُهُ لِتُصْبِحَ أَكْبَرَ مِنْ كَثَافَةِ الأَرْضِ بِمِقْدَارِ (300.000) مَرَّةٍ، أَيْ أَنَّ الْمِتْرَ الْمُكَعَّبَ مِنْ مُجْمَلِ تَرْكِيبِ الأَرْضِ الَّذِي يَزِنُ (5.5) طن نَجِدُ مَثِيلَهُ الْمَأْخُوذَ مِنْ مُجْمَلِ تَرْكِيبِ نَجْمِ (رَفِيقِ الشِّعْرى الْخَفِيِّ) يَزِنُ (1.650.000) طن.

وَلَوْ كَانَتْ لِلْبَشَرِ الْقُدْرَةُ عَلَى ضَغْطِ أَيَّةِ مَادَّةٍ، وَلْتَكُنِ الْفَحْمِ الْحَجَرِيَّ مَثَلاً، حَتَّى تَصِلَ إِلَى مِثْلِ هَذِهِ الْكَثَافَةِ،

لأَمْكَنَ تَعْبِئَةُ مَا مِقْدَارُهُ حُمُولَةُ بَاخِرَةٍ ضَخْمَةٍ مِنْ ذَلِكَ الْفَحْم فِي صُنْدُوقٍ مُكَعَّبِ الشَّكْلِ لاَ يَزِيدُ طُولُ ضِلْعِهِ عَلَى (4/1) مِتْرٍ ؛ وَلأَمْكَنَ لِجَيْبِ رِدَاءِ أَحَدِنَا أَنْ يَسْتَوْعِبَ حُمُولَةَ قِطَارٍ كَامِلٍ مِنْ ذَلِكَ الْفَحْمِ.


الضَّغْطُ والْحَرَارَةُ في بَاطِنِ النُّجُوم

وَقَدْ تَوَصَّلَ الْعُلَمَاءُ إِلَى حَلِّ اللُّغْزِ الْكَامِنِ وَرَاءَ تَشَكُّلِ مِثْلِ هَذِهِ الْكَثَافَاتِ الْهَائِلَة، وَرَأَوا أَنَّ الْحَرَارَةَ هِيَ الْمَسْؤُولَةُ عَنْ ذَلِكَ كُلِّهِ أَوَّلاً، ثُمَّ الضَّغْطُ الَّذِي يُسَبِّبُهُ جُرْمُ النَّجْمِ عَلَى مَرْكَزِهِ ثَانِياً. وَهَكَذَا نَجِدُ أَنَّهُ عِنْدَمَا تَكُونُ حَرَارَةُ سَطْحِ نَجْمٍ مَا فِي حُدُودِ أُلُوفِ الدَّرَجَاتِ الْمِئَوِيَّة، وَحَرَارَةُ بَاطِنِهِ الْمَرْكَزِيِّ فِي حُدُودِ (10 – 20) مِلْيُونَ دَرَجَةٍ، تَظَلُّ الذَّرَّاتُ الْمُؤَلِّفَةُ لِغَازَاتِ ذَلِكَ النَّجْمِ مُؤَلَّفَةً مِنْ نَوَاةٍ تُحِيطُ بِهَا الإِلِكْتِرُونَات، وَتَحْتَفِظُ كُلُّ ذَرَّةٍ فِي جِسْمِ ذَلِكَ النَّجْمِ بِحَيِّزٍ مَحْدُودٍ لَهَا؛ إِلاَّ أَنَّهُ عِنْدَمَا تَبْلُغُ حَرَارَةُ سَطْحِ بَعْضِ النُّجُومِ مَلاَيِينَ الدَّرَجَات، وَتَبْلُغُ حَرَارَةُ الْبَاطِنِ الْمَرْكَزِيِّ فِيهَا (400 – 1000) مِلْيُون دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، وَفْقَ مَا دَلَّتْ عَلَيْهِ التَّحَالِيلُ الطَّيْفِيَّةُ لِتِلْكَ النُّجُوم، فَإِنَّ مُرَكَّبَاتِ الذَّرَّاتِ تَنْحَلُّ تَحْتَ وَطْأَةِ هَذِهِ الْحَرَارَة، وَتَنْسَحِقُ لِتَتَرَاصَّ فِي أَضْيَقِ حَيِّزٍ بِشَكْلٍ لاَ مَثِيلَ لَهُ عَلَى أَرْضِنَا أَوْ فِي مُخْتَبَرَاتِنَا، وَتُصْبِحُ لِذَلِكَ النَّجْمِ مِثْلُ تِلْكَ الْكَثَافَةِ الَّتِي تَحَدَّثْنَا عَنْهَا.

وَيُسَاعِدُ الْحَرَارَةَ عَلَى تَرَاصِّ مَسْحُوقِ الذَّرَّاتِ تَرَاصّاً أَكْبَرَ، ضَغْطُ جُرْمِ النَّجْمِ عَلَى مَرْكَزِهِ بِفِعْلِ الْقُوَّةِ الْجَاذِبَةِ.

حَرَكَاتُ النُّجُومِ

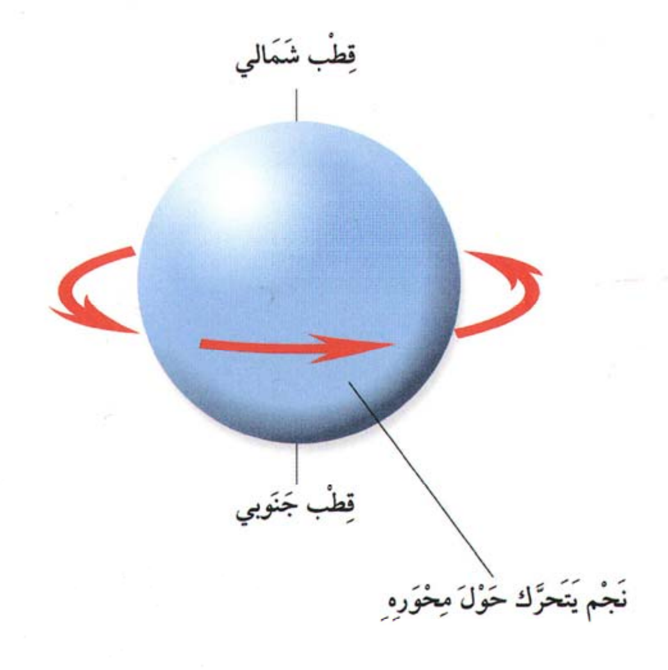
لِلنُّجُومِ أَرْبَعُ حَرَكَاتٍ تُتِمُّهَا مَعاً، يُسْتَثْنَى مِنْ ذَلِكَ النُّجُومُ الثنائية الَّتِي تَكُونُ لَهَا حَرَكَتَانِ بِالإِضَافَةِ إِلَى الْحَرَكَاتِ


حَرَكَاتُ النُّجُومِ

الأَرْبَعِ السَّابِقَةِ. وَالْحَرَكَاتُ الأَرْبَعُ هِيَ :

(1) الْحَرَكَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ :

وَيَدُورُ فِيهَا النَّجْمُ حَوْلَ مِحْوَرِهِ. وَتَخْتَلِفُ هَذِهِ الدَّوْرَةُ بَيْنَ نَجْمٍ وَآخَرَ أَوْ بَيْنَ مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ وَمَجْمُوعَةٍ أُخْرَى، فَالنُّجُومُ ذَاتُ الضَّوْءِ الْبَنَفْسَجِيِّ هِيَ أَسْرَعُ النُّجُومِ دَوَرَاناً



نَجْم يَتحرَّك حَوْلَ مِحْوَرِهِ

حَوْلَ مِحْوَرِهَا، تَلِيهَا النُّجُومُ الزَّرْقَاءُ، ثُمَّ النُّجُومُ الْبَيْضَاءُ مِثْلَ الشَّمْسِ الَّتِي تُتِمَّ دَوْرَتَهَا الْمِحْوَرِيَّةَ وَسَطِيّاً خِلاَلَ (30) يَوْماً؛ إِذْ تَخْتَلِفُ سُرْعَةُ دَوَرَانِ سَطْحِ النَّجْمِ بَيْنَ خَطِّ اسْتِوَائِهِ وَقُطْبَيْهِ بِاعْتِبَارِهِ سَطْحاً غَازِيّاً غَيْرَ مُتَمَاسِكٍ؛ وَتَكُونُ أَشَدُّ سُرْعَةِ دَوَرَانٍ فِيهِ عِنْدَ خَطِّ الاِسْتِوَاءِ، حَيْثُ تُنْهِي الْغَازَاتُ دَوْرَتَهَا خِلاَلَ (25) يَوْماً، أَمَّا عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضٍ (30°) فَتَحْتَاجُ إِلَى (26.4) يَوْماً لإِتْمَامِ تِلْكَ الدَّوْرَةِ، أَمَّا عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضٍ (60°) فَتَحْتَاجُ إِلَى (32) يَوْماً. وَأَبْطَأُ النُّجُومِ دَوَرَاناً حَوْلَ مِحْوَرِهَا هِيَ النُّجُومُ الْحَمْرَاءُ.

(2) الْحَرَكَةُ الاِنْتِقَالِيَّةُ:

يَقُومُ بِهَا النَّجْمُ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ التَّابِعِ لَهَا، وَبِسُرْعَةٍ قُدِّرَتْ بَيْنَ (200 - 500)كم فِي الثَّانِيَةِ بِالنِّسْبَةِ لِمُعْظَمِ نُجُومِ الْمَجَرَّةِ، وَتُنْهِي هَذِهِ الدَّوْرَةَ فِي مُدَّةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (100 – 450) مِلْيُونِ سَنَةٍ، حَسْبَ قُرْبِهَا أَوْ بُعْدِهَا عَنْ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ.

(3) الْحَرَكَةُ الاِنْتِشَارِيَّةُ أَوِ التَّبَاعُدِيَّةُ:

وَهِيَ حَرَكَةٌ تَقُومُ بِهَا جَمِيعُ نُجُومِ الْمَجَرَّةِ مَعاً، وَبِسُرْعَةٍ وَاحِدَةٍ، خَاضِعَةً بِذَلِكَ لِقَانُونِ انْتِشَارِ الْمَجَرَّاتِ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى تَبَاعُدِ الْمَجَرَّاتِ عَنْ بَعْضِهَا. وَبَيْنَمَا تَكُونُ سُرْعَةُ انْطِلاَقِ مَجَرَّتِنَا التَّبَاعُدِيِّ فِي حُدُودِ (980)كم فِي الثَّانِيَةِ، نَجِدُ أَنَّ مَجَرَّاتٍ أُخْرَى تَنْطَلِقُ بِسُرْعَةِ (40.000)كم فِي الثَّانِيَةِ؛ وَهُنَاكَ مَجَرَّاتٌ قُدِّرَتْ سُرْعَتُهَا التَّبَاعُدِيَّةُ أَوِ الاِنْتِشَارِيَّةُ بِـ (46.800)كم فِي الثَّانِيَةِ.

(4) الْحَرَكَةُ التَّحَرُّرِيَّةُ:

وَهِيَ الْحَرَكَةُ الَّتِي يَخْتَطُّ بِهَا النَّجْمُ لِنَفْسِهِ مَسَاراً مُحَدَّداً، يَنْتَهِي بَعْدَهُ إِلَى نُقْطَةٍ مُعَيَّنَةٍ قَائِمَةٍ فِي الْمَجَرَّةِ ذَاتِهَا، وَذَلِكَ بَعْدَ أَنْ يُحَرِّرَ ذَاتَهُ جُزْئِيّاً مِنْ دَوْرَتِهِ الاِنْتِقَالِيَّةِ الَّتِي يَقُومُ بِهَا حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ التَّابِعِ لَهَا، كَأَنْ يَأْخُذَ بِالاِرْتِفَاعِ شَيْئاً فَشَيْئاً عَنْ مُسْتَوَى مَدَارِهِ، أَوْ أَنْ يَهْبِطَ شَيْئاً فَشَيْئاً عَن مُسْتَوَى ذَلِكَ الْمَدَارِ، أَوْ أَنْ يَنْحَرِفَ عَنِ الْخَطِّ الْمُقَدَّرِ لَهُ أَنْ يَسْلُكَهُ. وَمِثَالُ ذَلِكَ: الْحَرَكَةُ الَّتِي تَقُومُ بِهَا الشَّمْسُ، وَكَأَنَّهَا تَتَّجِهُ إِلَى مَكَانٍ مَا فِي كَوْكَبَةِ (الْجَاثِي)؛ وَمِثَالُ ذَلِكَ أَيْضاً: النُّجُومُ الَّتِي سَنَأْتِي

عَلَى ذِكْرِهَا بِالتَّفْصِيلِ تَحْتَ اسْمِ (نُجُومُ الْجَمْهَرَةِ الثَّانِيَةِ) أَوْ (النُّجُومُ الْمُتَسَكِّعَةُ) الَّتِي تَتَّخِذَ لِنَفْسِهَا مَساراً ذَا اتِّجَاهَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ ضِمْنَ الْمَجَرَّةِ، مُخَالِفَةً بِذَلِكَ بَقِيَّةَ النُّجُومِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَالَّتِي تُدْعَى (نُجُومُ الْجَمْهَرَةِ الأُولَى).

الْحَرَكَتَانِ الإِضَافِيَّتَانِ لِلنُّجُومِ الثنائية

بِالإِضَافَةِ إِلَى الْحَرَكَاتِ الأَرْبَعِ السَّابِقَةِ الَّتِي تَقُومُ بِهَا نُجُومُ الْمَجَرَّاتِ، نَجِدُ أَنَّ النُّجُومَ الثنائية يَقُومُ فِيهَا كُلٌّ مِنَ النَّجْمَيْنِ التَّوْءَمَيْنِ بِالدَّوَرَانِ حَوْلَ تَوْءَمِهِ. وَإِذَا كَانَتْ هُنَاكَ مَجْمُوعَةُ نُجُومٍ تَوَائِمَ قَرِيبَةً مِنْ بَعْضِهَا، فَإِنَّ كُلَّ تَوْءَمَيْنِ يَدُورَانِ حَوْلَ التَّوْءَمَيْنِ الآخَرَيْنِ بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوَرَانِهِمَا حَوْلَ نَفْسَيهِمَا.

تَصْنِيفُ النُّجُومِ

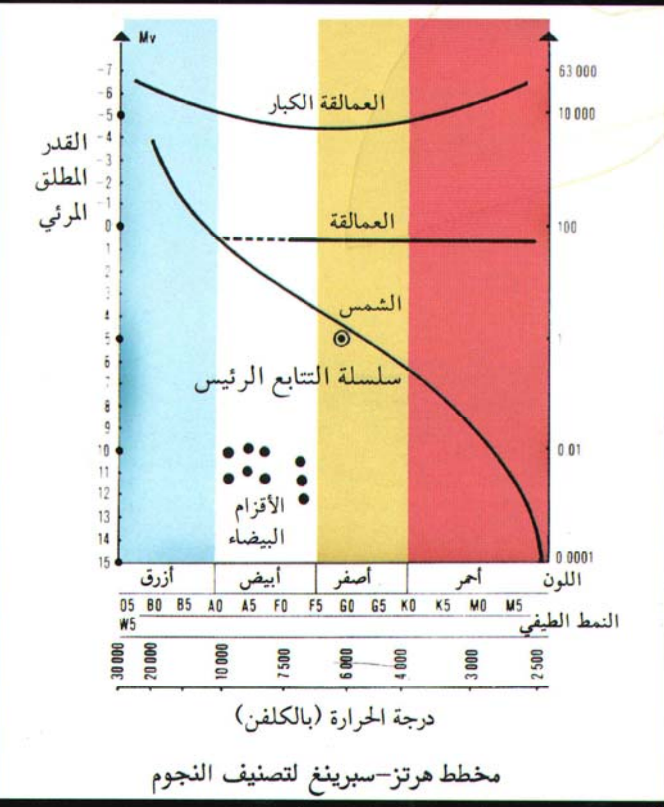
هُنَاكَ نُجُومٌ أَمْكَنَ تَرْتِيبُهَا فِي سِلْسِلَةٍ وَفْقَ خُضُوعِهَا لِجُمْلَةِ شُرُوطٍ، فَسُمِّيَتْ بِنُجُومِ (التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ). أَمَّا النُّجُومُ الَّتِي شَذَّتْ فِي بَعْضِ أُمُورِهَا عَنِ الانْدِرَاجِ فِي تِلْكَ السِّلْسِلَةِ فَقَدْ تُرِكَتْ خَارِجَهَا.

نُجُومُ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ

(80 %) مِنْ نُجُومِ هَذَا الْكَوْنِ أَمْكَنَ تَصْنِيفُهَا فِي سِلْسِلَةٍ مُتَتَابِعَةٍ، بِالنِّسْبَةِ لِحَجْمِهَا وَحَرَارَتِهَا وَنُورِهَا وَكُتْلَتِهَا، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ أَكْبَرَ النُّجُومِ فِيهَا هِيَ أَكْثَرُهَا حَرَارَةً وَأَسْطَعُهَا نُوراً وَأَعْظَمُهَا كُتْلَةً.

وَكُلَّمَا تَدَرَّجْنَا هُبُوطاً فِي سُلَّمِ ذَلِكَ التَّتَابُعِ وَجَدْنَا أَنَّهُ مَعَ صِغَرِ حَجْمِ النُّجُومِ، تَقِلُّ حَرَارَتُهَا وَيَضْعُفُ نُورُهَا، وَتَخِفُّ كُتْلَتُهَا. وَمِثْلُ هَذَا النَّوْعِ مِنَ النُّجُومِ الَّذِي انْطَبَقَتْ عَلَيْهِ كَامِلُ هَذِهِ الشُّرُوطِ، دُعِيَ بِنُجُومِ (سِلْسِلَةُ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ).

وَتَحْتَلُّ الشَّمْسُ مَرْكَزاً وَسَطاً بَيْنَ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ؛ وَلَوْ أَنَّنَا أَجْرَيْنَا مُقَارَنَةً بَيْنَ الشَّمْسِ وَأَكْبَرِ النُّجُومِ الَّتِي تَتَقَدَّمُهَا فِي تِلْكَ السِّلْسِلَةِ مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ الشَّمْسِ وَأَصْغَرِ النُّجُومِ الَّتِي



مخطط هرتز–سبرينغ لتصنيف النجوم

تَأْتِي بَعْدَهَا فِي تِلْكَ السِّلْسِلَةِ، لَرَأَيْنَا مَا يَلِي:

أ) إِنَّ أَلْمَعَ نُجُومِ سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ يَزِيدُ فِي لَمَعَانِهِ عَلَى الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (10.000) مَرَّةٍ. وَإِنَّ أَقَلَّ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ يَقِلُّ لَمَعَانُهُ عَنِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مِلْيُونِ مَرَّةٍ.

ب) وَإِنَّ أَكْبَرَ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ تَزِيدُ أَقْطَارُهَا بِمِقْدَارِ

(20) مَرَّةً عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ، أَمَّا قُطْرُ أَصْغَرِ نَجْمٍ مِنْ نُجُوم السِّلْسِلَةِ فَلاَ يَتَجَاوَزُ (10/1) قُطْرِ الشَّمْسِ.

ت) وَإِنَّ أَشَدَّ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ حَرَارَةً نُجُومٌ تَبْلُغُ حَرَارَةُ سَطْحِهَا (500.000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، أَيْ تَفُوقُ حَرَارَةَ سَطْحِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (85) مَرَّةً تَقْرِيباً. أَمَّا أَقَلُّ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ حَرَارَةً فَهِيَ نُجُومٌ لاَ تَزِيدُ حَرَارَةُ سَطْحِهَا عَلَى (2000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (3/1) حَرَارَةِ سَطْحِ الشَّمْسِ.

ث) وَإِنَّ أَكْبَرَ نُجُومِ السِّلْسِلَةِ كُتْلَةً هِيَ نُجُومٌ يَفُوقُ وَزْنُهَا وَزْنَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (40) مَرَّةٍ؛ وَإِنَّ أَصْغَرَ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ كُتْلَةً مَا لاَ تَزِيدُ كُتْلَتُهُ عَلَى (10/1) كُتْلَةِ الشَّمْسِ.

وَمِنْ أَهَمِّ مَجْمُوعَاتِ نُجُومِ سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، وَالَّتِي لاَ يُمْكِنُ أَنْ يَحْصُرَهَا عَدٌّ أَوْ ذِكْرٌ، بِالإِضَافَةِ إِلَى الشَّمْسِ، مَجْمُوعَاتُ النُّجُومِ التَّالِيَةِ: (سِلْسِلَةُ اللآلِئِ) فِي وَسَطِ كَوْكَبَةِ الْجَبَّارِ، وَ(الشِّعْرَى الْيَمَانِيَّةُ) فِي كَوْكَبَةِ الْكَلْبِ الأَكْبَرِ، وَنَجْمُ (الشِّعْرَى الشَّامِيَّةُ).

أَمَّا النُّجُومُ الَّتِي لَمْ تَنْدَرِجْ تَحْتَ سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ فَهِيَ:

أ) الْعَمَالِقَةُ الدُّنْيَا:

وَهِيَ نُجُومٌ إِذَا مَا قُورِنَتْ بِمَثِيلاَتِهَا مِنْ نُجُومِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، مِنْ حَيْثُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا، نَجِدُهَا أَكْبَرَ حَجْماً، وَأَقَلَّ كَثَافَةً.

ب) الْعَمَالِقَةُ Giants:

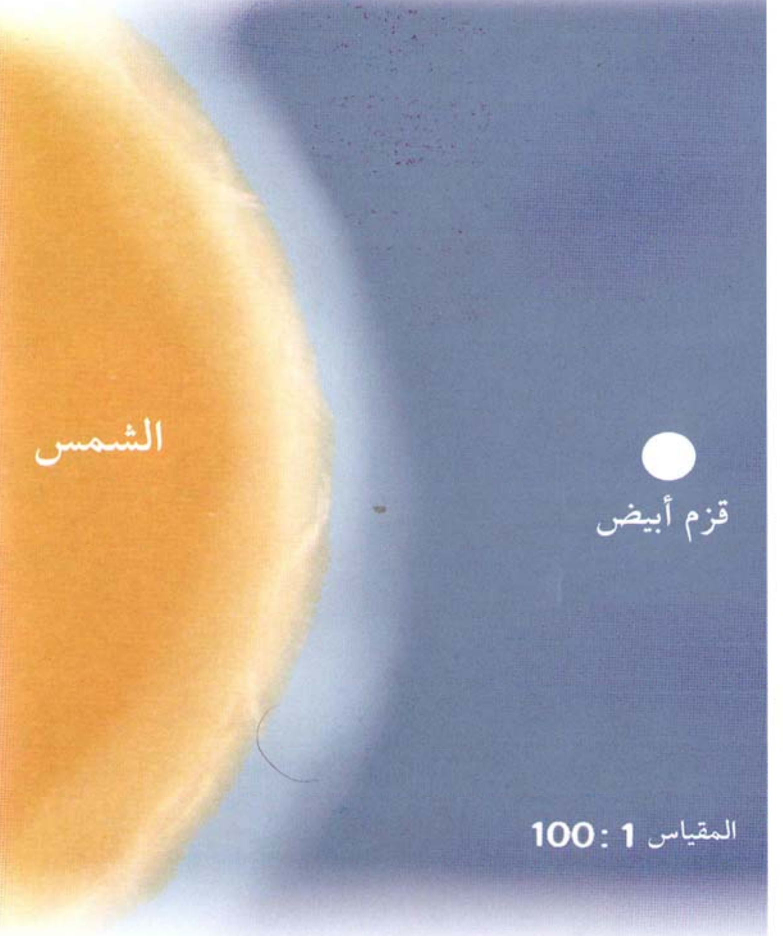
هِيَ نُجُومٌ إِذَا مَا قُورِنَتْ بِمَثِيلاَتِهَا مِنْ نُجُومِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، مِنْ حَيْثُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا، نَجِدُهَا أَكْبَرَ حَجْماً، وَأَقَلَّ كَثَافَةً، وَأَكْثَرَ لَمَعَاناً؛ وَمِنْ أَمْثِلَتِهَا: نَجْمُ (السِّمَاكُ الرَّامِحُ) فِي كَوْكَبَةِ (الْعَوَّاءِ)، وَنَجْمُ (عَيْنُ الثَّوْرِ) فِي بُرْجِ (الثَّوْرِ).

ت) الْعَمَالِقَةُ الْعُلْيَا:

هِيَ نُجُومٌ إِذَا مَا قُورِنَتْ بِمَثِيلاَتِهَا مِنْ نُجُومِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، مِن حَيْثُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا، كَانَتْ أَكْبَرَ حَجْماً، وَأَقَلَّ كَثَافَةً، أَمَّا لَمَعَانُهَا فَيَفُوقُ لَمَعَانَ الْعَمَالِقَةِ.

ث) الأَقْزَامُ الْبَيْضَاءُ White dwarfs:

هِيَ نُجُومٌ صَغِيرَةُ الْحَجْمِ جِدّاً، حَتَّى إِنَّ بَعْضَهَا يُقَارِبُ حَجْمُهُ حَجْمَ الْكَوْكَبِ (عُطَارِدُ)، أَصْغَرِ كَوَاكِبِ الْمَجْمُوعَةِ



الشَّمْسِيَّةِ حَجْماً، وَأَكْبَرُهَا لاَ يَكَادُ يَتَجَاوَزُ حَجْمُهُ حَجْمَ الْكَوْكَبِ (أورانوس)، رَابِعِ كَوَاكِبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْماً.

وَمَعَ صِغَرِ حَجْمِ هَذِهِ النُّجُومِ، فَإِنَّ كُتْلَتَهَا تُعَادِلُ كُتْلَةَ النُّجُومِ الْمُتَوَسِّطَةِ الْحَجْمِ الْمَوْجُودَةِ فِي سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، كَالشَّمْسِ مَثَلاً، وَقَدْ تَزِيدُ عَلَيْهَا. يُضَافُ إِلَى ذَلِكَ كَثَافَتُهَا الْهَائِلَةُ، لِدَرَجَةِ أَنَّ الْمِتْرَ الْمُكَعَّبَ الْوَاحِدَ مِنْ مَادَّتِهَا يُعَادِلُ وَزْنُهُ وَزْنَ حُمُولَةِ أَضْخَمِ الْبَوَاخِرِ التِّجَارِيَّةِ. كَمَا أَنَّ الْحَرَارَةَ فِي مَرَاكِزِهَا تَزِيدُ عَلَى الْحَرَارَةِ الْقَائِمَةِ عِنْدَ مَرْكَزِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ

يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (10) أَوْ (20) وَحَتَّى (50) مَرَّةً؛ وَهَذَا هُوَ السِّرُّ فِي انْحِلاَلِ الذَّرَّاتِ الْمُرَكَّبَةِ لِلنَّوَاةِ فِيهَا، وَتَحَوُّلِ تِلْكَ الذَّرَّاتِ إِلَى مَسْحُوقٍ مُتَرَاصٍّ مِنَ النَّوَيَاتِ وَالإِلِكْتِرونَاتِ الَّتِي تَتَدَافَعُ فِيمَا بَيْنَهَا عَلَى غَيْرِ هُدًى، دُونَ أَنْ تَسْتَطِيعَ التَّمَاسُكَ أَوِ التَّرَابُطَ، بِالإِضَافَةِ إِلَى الضَّغْطِ الْهَائِلِ الْمُتَسَلِّطِ عَلَيْهَا، وَالَّذِي يَنْتُجُ عَنِ الْجَاذِبِيَّةِ الشَّدِيدَةِ الْقَائِمَةِ فِي مَرْكَزِ النَّجْمِ لِبَقِيَّةِ جُرْمِهِ.

وَمِنْ أَشْهَرِ تِلْكَ النُّجُوم الأَقْزَامِ النَّجْمُ الَّذِي سُمِّيَ بِاسْمِ مُكْتَشِفِهِ (فان مانن)، وَالَّذِي يَصْغُرُ الأَرْضَ حَجْماً وَيَفُوقُ الشَّمْسَ بِكَثِيرٍ كَثَافَةً وَكُتْلَةً. ثُمَّ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (رَفِيقُ الشِّعْرى الْخَفِيُّ) الَّذِي يَكْبُرُ الأَرْضَ بِمِقْدَارِ (30) مَرَّةً، بَيْنَمَا تَزِيدُ كُتْلَتُهُ عَلَى كُتْلَةِ الأَرْضِ بِمِقْدَارِ (300.000) مَرَّةٍ؛ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ مِلءَ عُلْبَةِ ثِقَابٍ مِنْ مَادَّتِهِ لاَ يُمْكِنُ نَقْلُهَا إِلاَّ بِشَاحِنَةٍ ضَخْمَةٍ.

وَتَتَّصِفُ النُّجُومُ الأَقْزَامُ أَيْضاً بِكِبَرِ طَاقَتِهَا الإِشْعَاعِيَّةِ، نَظَراً لِشِدَّةِ الْحَرَارَةِ فِيهَا، مَعَ صِغَرِ مِسَاحَتِهَا؛ فَقَدْ وُجِدَ أَنَّ السَّنْتِيمِتْرَ الْمُرَبَّعَ الْوَاحِدَ مِنْ سَطْحِهَا يَشُعُّ مِنَ الطَّاقَةِ مَا مِقْدَارُهُ (40) حِصَاناً، بَيْنَمَا لاَ تَزِيدُ الطَّاقَةَ الَّتِي يَشُعُّهَا السَّنْتِيمِتْرُ الْمُرَبَّعُ الْوَاحِدُ مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ عَلَى (8) أَحْصِنَةٍ.

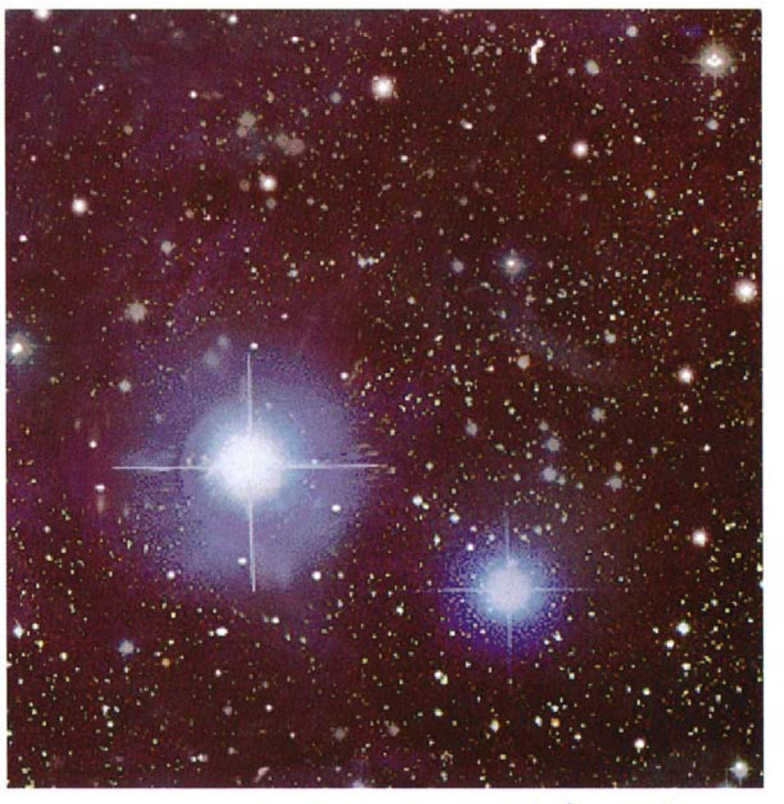
أَنْوَاعُ النُّجُوم

(1) النُّجُومُ الأُحَادِيَّةُ :

حَتَّى بَدَايَةَ النِّصْفِ الثَّانِي مِنَ الْقَرْنِ الثَّامِنَ عَشَرَ، كَانَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ يَنْظُرُونَ إِلَى كُلِّ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ الْمَجَرَّةِ عَلَى أَنَّهُ جُرْمٌ قَائِمٌ بِذَاتِهِ، وَيَرْبُطُهُ مَعَ بَقِيَّةِ نُجُومِ الْمَجَرَّةِ، وَمَعَ مَرْكَزِهَا، رِبَاطُ الْجَاذِبِيَّةِ الَّتِي تُحَدِّدُ لَهُ مَكَانَهُ وَمَسَارَهُ.

(2) النُّجُومُ الثنائية :

فِي النِّصْفِ الثَّانِي مِنَ الْقَرْنِ الثَّامِنَ عَشَرَ، تَمَّ اكْتِشَافُ النُّجُوم الثنائية **Binary stars** عَنْ طَرِيقِ الصُّدْفَةِ عَلَى يَدِ الْعَالِمِ الْفَلَكِيِّ (وِلْيم هِرشِل) الَّذِي كَانَ يَقُومُ بِمُحَاوَلَةٍ لِتَعْيِينِ مِقْدَارِ اخْتِلاَفِ الزَّاوِيَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ نَجْمَيْنِ : أَحَدُهُمَا قَرِيبٌ مِنَ الأَرْضِ، وَالثَّانِي بَعِيدٌ عَنْهَا؛ وَلِكَيْ تَخْتَلِفَ الزَّاوِيَةُ بَيْنَ النَّجْمَيْنِ، كَانَ عَلَيْهِ أَنْ يَرْصُدَ النَّجْمَيْنِ مَرَّتَيْنِ فِي الْعَامِ : أُولاَهُمَا عِنْدَمَا تَكُونُ الشَّمْسُ قَدْ بَلَغَتْ عَلَى مَدَارِهَا النُّقْطَةَ الَّتِي يَبْدَأُ عِنْدَهَا الانْقِلاَبُ الصَّيْفِيُّ يَوْمَ (21) حُزَيْرَانَ، وَالثَّانِيَةُ عِنْدَمَا تَكُونُ الشَّمْسُ قَدْ قَطَعَتْ فِي دَوْرَتِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ نِصْفَ مَدَارِهَا، أَيْ مَسَافَةَ (470) مِلْيُونِ كم، وَبَلَغَتِ النُّقْطَةَ الَّتِي يَبْدَأُ عِنْدَهَا الانْقِلاَبُ الشَّتْوِيُّ يَوْمَ (21) كَانُونَ الأَوَّلَ.



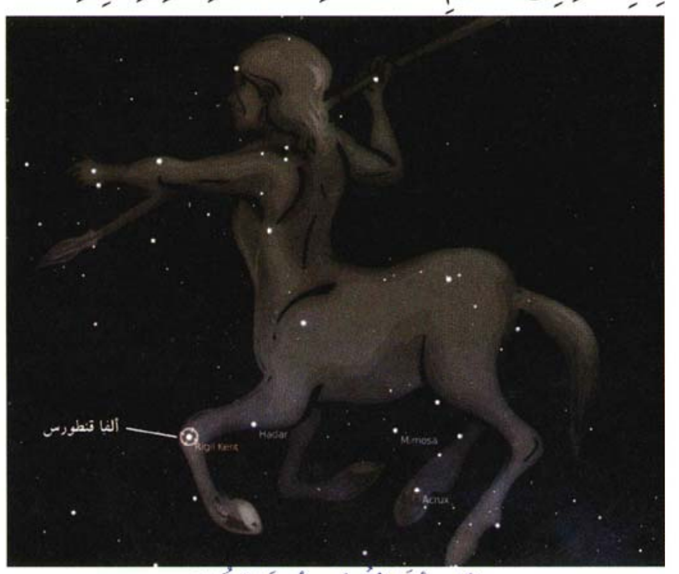
تؤوي غيمةُ الثَّوْرِ الجُزئيَّةُ سُدماً نابضةً بالحياةِ ونُجوماً عديدةً في مجْرى تكَوُّنها. ولِكَونِ مَناطِقِ الحَضَانَاتِ النَّجْمِيَّةِ هَذِهِ واقِعَةً قريباً نِسْبيّاً مِنَ الأرْضِ، فإنَّ رصْدها يُمكِنُ أن يرفدنا بأفكارٍ هامَّةٍ عنْ وِلادةِ النُّجومِ الثُّنائية.

وَتُدْعَى طَرِيقَةُ قِيَاسِ الْفَرْقِ بَيْنَ الزَّاوِيَتَيْنِ اللَّتَيْنِ يَتِمُّ التَّوَصُّلُ إِلَيْهِمَا بِالأُسْلُوبِ الَّذِي ذَكَرْنَاهُ طَرِيقَةَ (الإِزَاحَةِ)، لأَنَّنَا حِينَ نَرْصُدُ النَّجْمَ مِنْ مَكَانَيْنِ بَعِيدَيْنِ عَنْ بَعْضِهِمَا لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، يَبْدُو لَنَا كَأَنَّهُ قَدْ غَيَّرَ مَكَانَهُ، أَيْ كَأَنَّنَا أَزَحْنَاهُ عَنْ مَكَانِهِ.

وَقَدْ فُوجِئَ (هرشل) حِينَ وَجَدَ أَنَّ مِقْدَارَ الزَّاوِيَةِ بَيْنَ النَّجْمَيْنِ لَمْ يَتَغَيَّرْ عِنْدَمَا قَامَ بِرَصْدِهَا فِي الْمَرَّةِ الثَّانِيَةِ. وَكَانَتْ مُفَاجَأَتُهُ أَكْبَرَ حِينَ اكْتَشَفَ مِنْ خِلاَلِ رَصْدِهِ ذَاكَ بِأَنَّ كُلاًّ مِنَ النَّجْمَيْنِ كَانَ يَدُورُ حَوْلَ الآخَرِ؛ وَأَنَّهُمَا رَغْمَ مُرُورِ سِتَّةِ أَشْهُرٍ، لَمْ يَسْتَكْمِلاَ دَوْرَتَهُمَا حَوْلَ بَعْضِهِمَا. كَمَا لاَحَظَ أَنَّ كُلاًّ مِنَ النَّجْمَيْنِ كَانَ يَتَحَرَّكُ حَوْلَ رَفِيقِهِ بِشَكْلٍ لَوْلَبِيٍّ، شَأْنُهُمَا فِي ذَلِكَ شَأْنُ الأَجْرَامِ الْفَضَائِيَّةِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا وَحَوْلَ جُرْمٍ آخَرَ فِي نَفْسِ الْوَقْتِ، أَيْ نَفْسَ التَّحَرُّكِ الَّذِي تَقُومُ بِهِ الأَرْضُ فِي دَوَرَانِهَا حَوْلَ نَفْسِهَا وَحَوْلَ الشَّمْسِ فِي آنٍ وَاحِدٍ.

وَمِنَ الْمُلاَحَظَاتِ الَّتِي كَانَتْ عَلَى جَانِبٍ كَبِيرٍ مِنَ الأَهَمِّيَّةِ، أَيْضاً، اكْتِشَافُهُ بِأَنَّ هُنَاكَ تَجَاذُباً بَيْنَ نَجْمٍ وَآخَرَ، جَعَلَهُمَا يَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا؛ إِذْ كَانَ الاعْتِقَادُ السَّائِدُ بَيْنَ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ، حَتَّى ذَلِكَ الْحِينِ، بِأَنَّ الْكَوَاكِبَ وَحْدَهَا هِيَ الَّتِي تَتَأَثَّرُ بِجَاذِبِيَّةِ النَّجْمِ الَّذِي تَدُورُ فِي فَلَكِهِ، كَمَا فِي الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ.

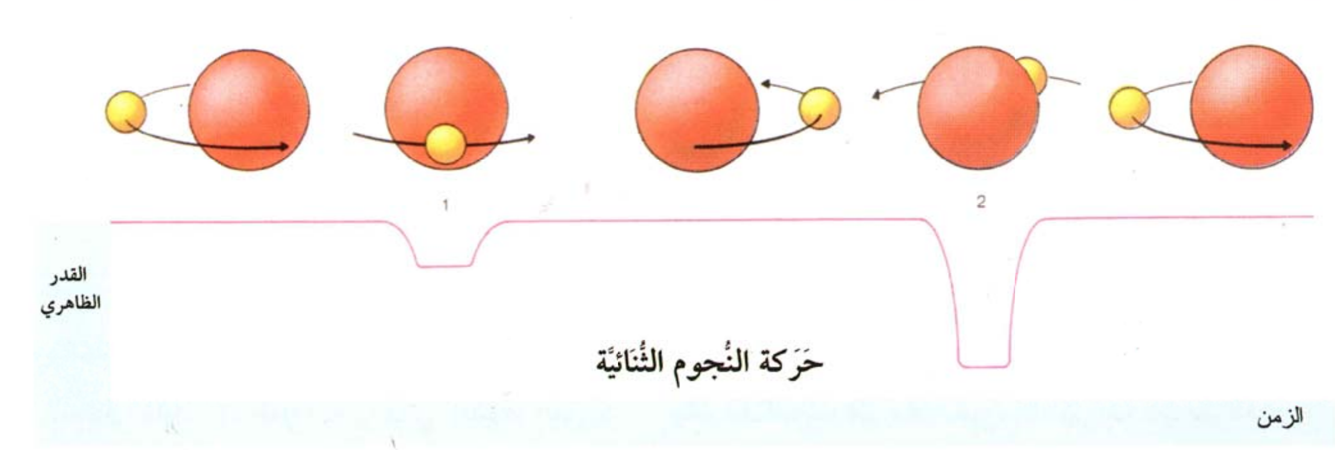
وَمِنْ يَوْمِهَا، انْكَبَّ (هرشل) عَلَى إِعْدَادِ قَائِمَةٍ تَتَضَمَّنُ النُّجُومَ الثنائية الَّتِي أَخَذَ يَتَتَبَّعُهَا بِمَرْقَبِهِ الْفَلَكِيِّ؛ ثُمَّ جَاءَ مِنْ بَعْدِهِ عُلَمَاءُ آخَرُونَ تَابَعُوا خُطْوَاتِهِ الَّتِي بَدَأَهَا. وَلَمْ يَمْضِ سُوَى قَرْنَيْنِ مِنَ الزَّمَنِ عَلَى مُحَاوَلَتِهِ وَمُحَاوَلَةِ مَنْ تَبِعَهُ، حَتَّى تَجَاوَزَ عَدَدُ النُّجُومِ الثنائية الَّتِي دُعِيَتْ (التَّوَائِمُ)، وَالَّتِي تَمَّ التَّأَكُّدُ مِنْهَا، عَشَرَاتُ الأُلُوفِ؛ كَمَا تَبَيَّنَ لِهَؤُلاَءِ الْعُلَمَاءِ أَنَّ مُعْظَمَ النُّجُومِ ذَاتَ الْمَدَارَاتِ الدَّائِرِيَّةِ هِيَ نُجُومٌ مُزْدَوَجَةٌ، بِالإِضَافَةِ إِلَى النُّجُومِ الثنائية ذَاتِ الْمَدَارَاتِ الإهْلِيلَجِيَّةِ.



النّجم ألفا قِنْطُورُس هُو نَجْمٌ ثُنَائِيٌّ

حَرَكَةُ النُّجُومِ الثُّنَائِيَّة

لَقَدْ شَبَّهَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ دَوَرَانَ النَّجْمَيْنِ الْمُزْدَوَجَيْنِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا بِحَرَكَةِ رَاقِصِي (الفالس) الَّتِي تَتُمُّ فِي نِطَاقٍ مَرْسُومٍ، وَتَخْضَعُ لِقَوَانِينَ هِيَ غَايَةٌ فِي الصَّرَامَةِ؛ إِذْ إِنَّ الْجَاذِبِيَّةَ الْقَوِيَّةَ الْقَائِمَةَ بَيْنَ النَّجْمَيْنِ تَمْنَعُ كُلاًّ مِنْهُمَا مِنَ الابْتِعَادِ عَنِ الآخَرِ. بَيْنَمَا تَعْمَلُ الْقُوَّةُ النَّابِذَةُ فِي كُلٍّ مِنْهُمَا، وَالنَّاتِجَةُ عَنْ دَوَرَانِ كُلٍّ مِنْهُمَا حَوْلَ نَفْسِهِ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ، عَلَى عَدَمِ تَقَارُبِهِمَا أَوِ الْتِصَاقِهِمَا.

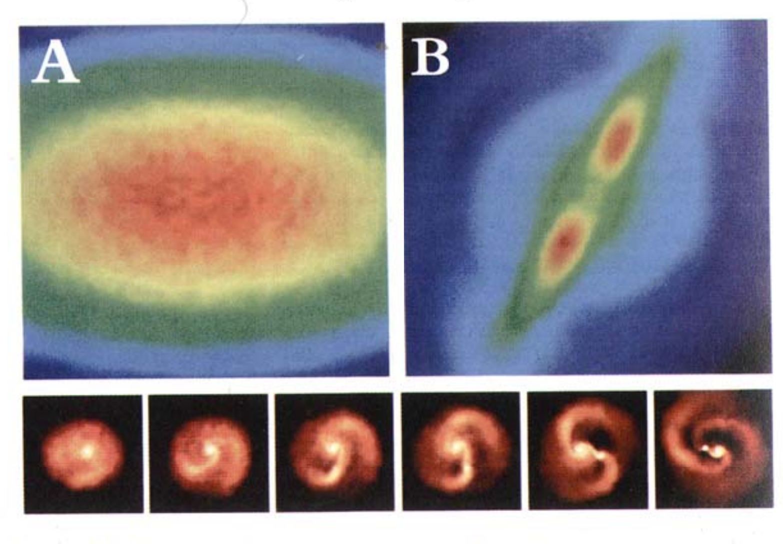


حَرَكة النُّجوم الثُّنائيَّة

نُشُوءُ النُّجُومِ الثُّنَائِيَّة

لَمْ تَنْشَأ النُّجُومُ الثنائية بعَامِلِ صُدْفَةٍ أَوْ ظَرْفٍ عَابِرٍ، وَإِنَّمَا نَشَأَ كُلُّ زَوْجٍ مِنْهُمَا بِنَتِيجَةِ حَادِثَةٍ وَاحِدَةٍ أَوْجَدَتْهُمَا.

وَيَعْتَقِدُ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ بِأَنَّ كُلاً مِنْهُمَا قَدْ تَكَوَّنَ مُنْفَصِلاً عَنِ الآخَرِ، إِنَّمَا فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ؛ بَيْنَمَا يَرَى الْبَعْضُ الآخَرُ بِأَنَّهُمَا كَانَا فِي الْبَدْءِ نَجْماً وَاحِداً، ثُمَّ انْشَطَرَ إِلَى نَجْمَيْنِ. وَالرَّأْيُ الأَوَّلُ هُوَ الْمُرَجَّحُ، عَلَى ضَوْءِ مَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ دِرَاسَةُ النَّمَاذِجِ الْمُتَعَدِّدَةِ لِلنُّجُومِ التَّوْءَمِيَّةِ، وَالَّتِي تَبَيَّنَ مِنْهَا أَنَّهَا لاَ تَقْتَصِرُ عَلَى ارْتِبَاطِ نَجْمَيْنِ فَقَطْ بِبَعْضِهِمَا، بَلْ تَعَدَّتْهُمَا إِلَى ارْتِبَاطِ عِدَّةِ أَزْوَاجٍ مِنَ النُّجُومِ فِيمَا بَيْنَهَا، بِفِعْلِ الْجَاذِبِيَّةِ الَّتِي تُؤَدِّي إِلَى دَوَرَانِ كُلِّ نَجْمَيْنِ تَوْءَمَيْنِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا، ثُمَّ دَوَرَانِ تِلْكَ الأَزْوَاجِ مِنَ التَّوَائِمِ حَوْلَ بَعْضِهَا.



يُمكِنُ للنُّجومِ الثُّنائيَّةِ أن تتكوَّنَ مُباشَرةً حينَ تقومُ غيْمةٌ جزئيَّةٌ مُتطاوِلَةٌ قَليلاً (A) بالانْهيارِ والتشَظي إلى مَنْظومَةٍ نِجميَّةٍ أوَّليَّةٍ لَها شكْلُ القَضيبِ (B). إنَّ مَناطِقَ الكثافَةِ العاليَةِ في المُحاكاةِ الحاسوبيَّةِ العِلويَّةِ يُشارُ إليْها باللَّوْنِ الأحْمَرِ، وتُبينُ النمذجةُ العديدَةُ لِلطُّورِ الثاني مِن انْهيارِ غيْمةِ نَجم أولِيٍّ كيْفيَّةَ تَطوُّرِ نجمْ ثُنائيٍّ أحدُ عُنصرِيْهِ قريبٌ من الآخَرِ (الصُّورَة الصَّغيرَة السّفلِية). والنُّجومُ الثُّنائيَّةُ مَفصولةٌ بمسافَةِ (0.02) وحدةَ فلَكيَّةً فقطْ.

يُضَافُ إِلَى ذَلِكَ، التَّنَاقُضُ الْكَبِيرُ الَّذِي نَرَاهُ، فِي مُعْظَمِ الْحَالاَتِ، بَيْنَ التَّوْءَمَيْنِ، مِنْ حَيْثُ الاِخْتِلاَفُ فِي حَجْمَيْهِمَا، وَفِي دَرَجَةِ حَرَارَتِهِمَا، وَفِي لَمَعَانِهِمَا، وَفِي كُتْلَةِ وَكَثَافَةِ كُلٍّ مِنْهُمَا، وَفِي سُرْعَةِ دَوَرَانِهِمَا، سَوَاءً حَوْلَ نَفْسِيهِمَا أَوْ فِي دَوَرَانِ كُلٍّ مِنْهُمَا حَوْلَ الآخَرِ.

أَوْجُهُ الاِخْتِلاَفِ بَيْنَ النُّجُومِ الثُّنَائِيَّة

(1) فِي الْحَجْمِ :

مُعْظَمُ النُّجُوم الثنائية، أَيْ التَّوَائِمُ، يَكُونُ الاِخْتِلاَفُ فِي الْحَجْمِ بَيْنَهُمَا كَبِيراً، حَتَّى إِنَّ كِبَرَ الْفَرْقِ بَيْنَ حَجْمَيْهِمَا يَبْلُغُ حَدَّ الطَّرَافَةِ، حِينَ يَظْهَرَانِ لِلرَّاصِدِ كَأَنَّهُمَا فِيلٌ آخِذٌ بِيَدِ ذُبَابَةٍ يُرَاقِصُهَا، حِينَ يَدُورُ حَوْلَهَا وَتَدُورُ حَوْلَهُ.

وَالنَّجْمُ الْمُزْدَوَجُ الْمُسَمَّى (الْمِيرَةُ) أو (و. قيطس) هُوَ خَيْرُ مِثَالٍ عَلَى ذَلِكَ. فَالتَّوْءَمُ الأَوَّلُ مِنْهُمَا كَبِيرٌ لِدَرَجَةِ أَنَّهُ قَادِرٌ عَلَى اسْتِيعَابِ (30) شَمْسَاً مِنْ شَمْسِنَا؛ أَمَّا التَّوْءَمُ الثَّانِي فَهُوَ قَزَمٌ لِدَرَجَةٍ لاَ يَكَادُ يَفُوقُ فِي حَجْمِهِ حَجْمَ أَرْضِنَا، وَخَافِتُ النُّورِ إِلَى حَدٍّ بَعِيدٍ.

(2) فِي مَرْحَلَةِ الْعُمْرِ :

حَيْثُ نَجِدُ أَنَّ التَّوْءَمَ الأَوَّلَ لاَ يَزَالُ فِي شَرْخِ شَبَابِهِ، أَوْ فِي أَوَاسِطِ عُمْرِهِ، يَسْتَهْلِكُ وَقُودَهُ الْهِيدرُوجِينِيَّ بِمُسَاعَدَةِ دَوْرَةِ الْكربون فِيهِ بِشَكْلٍ مَعْقُولٍ؛ بَيْنَمَا نَجِدُ التَّوْءَمَ الثَّانِي وَقَدْ أَسْرَعَ فِي الْتِهَامِ كُلِّ مَا فِيهِ مِنْ غَازِ (الْهيدروجين)، مُحَوِّلاً إِيَّاهُ إِلَى غَازِ (الْهليوم)، مِمَّا أَدَّى إِلَى دُخُولِهِ مَرْحَلَةَ الإِفْلاَسِ النَّجْمِيِّ الَّتِي تُوصِلُهُ إِلَى الْهَرَمِ، ثُمَّ لاَ تَلْبَثُ أَنْ تُسَلِّمَهُ إِلَى نِهَايَتِهِ الْمَحْتُومَةِ.

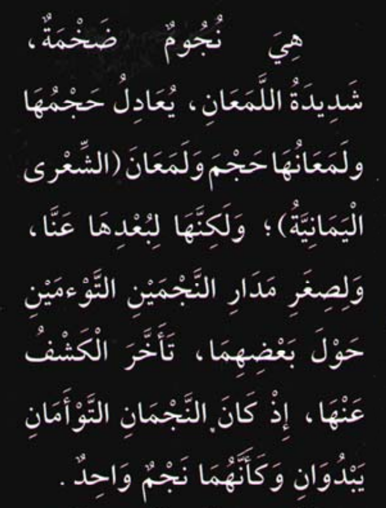
(3) مِنْ حَيْثُ اللَّمَعَانُ وَالْحَرَارَةُ :

كَثِيراً مَا نَجِدُ أَنَّ التَّوْءَمَ الأَوَّلَ مُسْتَعِرُ الْحَرَارَةِ، شَدِيدُ اللَّمَعَانِ، يَفُوقُ لَمَعَانُهُ أَحْيَاناً لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (100) مَرَّةٍ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي التَّوْءَمِ الأَوَّلِ مِنَ النَّجْمِ الْمُزْدَوَجِ



بَيْنَمَا يَكُونُ التَّوْءَمُ الثَّانِي مِن هَذَا الْمُزْدَوَجِ نَجْماً مُنْخَفِضَ الْحَرَارَةِ، ضَئِيلَ النُّورِ، مُحْمَرَّ الشُّعَاعِ.

النُّجُومُ الثُّنَائِيَّةُ الْعَمَالِقَةُ أَوِ الْكُسُوفِيَّةُ



هِيَ نُجُومٌ ضَخْمَةٌ، شَدِيدَةُ اللَّمَعَانِ، يُعَادِلُ حَجْمُهَا ولَمَعَانُهَا حَجْمَ ولَمَعَانَ (الشِّعْرَى الْيَمَانِيَّةُ)؛ ولَكِنَّهَا لِبُعْدِهَا عَنَّا، ولِصِغَرِ مَدَارِ النَّجْمَيْنِ التَّوْءَمَيْنِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا، تَأَخَّرَ الْكَشْفُ عَنْهَا، إِذْ كَانَ النَّجْمَانِ التَّوْأَمَانِ يَبْدُوَانِ وكَأَنَّهُمَا نَجْمٌ واحِدٌ.

ثُمَّ تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ أَمْثَالِ تِلْكَ التَّوَائِمِ عَنْ طَرِيقِ (الْكَسْفِ) الَّذِي كَانَ يُحْدِثُهُ النَّجْمُ الأَوَّلُ فِي النَّجْمِ الثَّانِي أَثْنَاءَ دَوَرَانِهِ حَوْلَهُ، إِمَّا بِسَبَبِ صِغَرِ حَجْمِ النَّجْمِ الْكَاسِفِ أَوْ بِسَبَبِ قِلَّةِ لَمَعَانِهِ.

النُّجُومُ الثنائية الْمُتَرَابِطَةُ

لَقَدْ تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ كَثِيرٍ مِنَ النُّجُومِ التَّوَائِمِ الثنائية، وَقَدِ ارْتَبَطَ التَّوْءَمَانِ مِنْهَا بِتَوْءَمَيْنِ آخَرَيْنِ بِفِعْلِ الْجَاذِبِيَّةِ، حَيْثُ



يَدُورُ النَّجْمَانِ التَّوْءَمَانِ حَوْلَ نَجْمَيْنِ تَوْءَمَيْنِ آخَرَيْنِ، كَمَا يَقُومُ التَّوْءَمَانِ الآخَرَانِ بِالدَّوَرَانِ حَوْلَ التَّوْءَمَيْنِ الأَوَّلَيْنِ، هَذَا بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوَرَانِ كُلِّ نَجْمٍ، وَفِي كُلٍّ مِنَ التَّوْءَمَيْنِ حَوْلَ تَوْءَمِهِ.

فَفِي كَوْكَبَةِ (السِّلْيَاقِ) أَوِ (اللُّورَا) نَجِدُ أَنَّ النَّجْمَ الْخَامِسَ فِيهَا هُوَ نَجْمٌ مُزْدَوَجٌ، يُمْكِنُنَا أَنْ نَرَاهُ وَتَوْءَمَهُ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، إِذْ يَتَمَاثَلانِ فِي التَّأَلُّقِ وَاللَّوْنِ.

وَلَمَّا رُصِدَا بِالْمَرَاصِدِ الْفَلَكِيَّةِ، تَبَيَّنَ أَنَّ كُلاً مِنْ هَذَيْنِ النَّجْمَيْنِ هُوَ تَوْءَمٌ مُزْدَوَجٌ فِي حَدِّ ذَاتِهِ، وَيَخْضَعَانِ لِنِظَامِ الدَّوَرَانِ الَّذِي قَدَّمْنَاهُ، حَيْثُ يَدُورُ كُلُّ زَوْجٍ مِنْهُمَا حَوْلَ الزَّوْجِ الآخَرِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوَرَانِ كُلِّ تَوْءَمٍ حَوْلَ تَوْءَمِهِ.

وَعِنْدَمَا تَمَّ رَصْدُ النُّجُومِ الثَّلاثَةِ الَّتِي تُدْعَى (رَأْسُ التَّوْأَمِ)، فِي بُرْجِ (التَّوْءَمَيْنِ)، وُجِدَ أَنَّ كُلَّ نَجْمٍ مِنْهَا هُوَ نَجْمٌ مُزْدَوَجٌ تَوْءَمٌ؛ وَهَكَذَا تَرَابَطَتْ هَذِهِ التَّوَائِمُ الثَّلاثَةُ فِيمَا بَيْنَهَا بِالْجَاذِبِيَّةِ، مُشَكِّلَةً مَجْمُوعَةً سُدَاسِيَّةً مِنَ النُّجُومِ، يَقُومُ كُلٌّ مِنَ النَّجْمَيْنِ التَّوْءَمَيْنِ فِيهَا بِالدَّوَرَانِ حَوْلَ تَوْءَمِهِ، كَمَا تَدُورُ

التَّوائِمُ الثنائية الثَّلاثَةُ حَوْلَ بَعْضِهَا.

وَلَمَّا كانَ الْكُسُوفُ هُوَ الَّذي سَاعَدَ عَلى الْكَشْفِ عَنْ هَذا النَّوْعِ مِنَ التَّوائِمِ، فَقَدْ دُعِيَتْ بِـ (النُّجوم الثنائية الْكُسوفيَّة).

وَلَمَّا كانَ أَحَدُهُمَا، أَوْ كِلاهُما، عِمْلاقاً، فَقَدْ أُطْلِقَ عَلَيْهَا أَيْضاً اسْمُ (النُّجُومُ الثنائية الْعِمْلاقَةُ). وَمِنْ أَمْثِلَةِ هَذِهِ التَّوائِمِ: نَجْمُ (الْعَيُّوقُ) الْمُزْدَوَجُ الْمَوْجُودُ فِي كَوْكَبَةِ (مُمْسِكِ الأَعِنَّةِ)، وَنَجْمُ (الْجَدْيانِ) فِي نَفْسِ الْكَوْكَبَةِ، وَنَجْمُ (الْعَنْزِ) فِي نَفْسِ الْكَوْكَبَةِ أَيْضاً، حَيْثُ يُماثِلُ أَكْبَرُهُمَا الشَّمْسَ لَوْناً وَدَرَجَةَ حَرارَةٍ، وَلَكِنَّ قُطْرَهُ يَفُوقُ قُطْرَ الشَّمْسِ بِـ (200) مَرَّةٍ، أَمَّا النَّجْمُ الثَّاني، الأَقَلُّ لَمَعاناً وَحَرارَةً، فَيَفُوقُ قُطْرُهُ قُطْرَ الشَّمْسِ (2000) مَرَّةٍ، أَمَّا كَثافَتُهُ فَتَقِلُّ عَنْ كَثافَةِ الشَّمْسِ بِمِقْدارِ مِلْيُونِ مَرَّةٍ.

وَلِكِبَرِ نُجُومِ التَّوائِمِ الْكُسُوفِيَّةِ، وَلِقُرْبِهِمَا مِنْ بَعْضِهِمَا، فَإِنَّ شِدَّةَ الْجاذِبِيَّةِ الَّتي تَشُدُّ كُلاً مِنْهُمَا نَحْوَ الآخَرِ تُؤَدِّي إِلَى جَعْلِ شَكْلِهِمَا بَيْضَوِيَّيْنِ بِسَبَبِ تَفَلْطُحِهِمَا، كَمَا يَتَدَفَّقُ مِنْ كُلٍّ مِنْهُمَا حِزامٌ مِنَ الْغازاتِ الْمُتَأَجِّجَةِ يُحِيطُ بِالآخَرِ، ثُمَّ لاَ يَلْبَثُ أَنْ يَنْدَمِجَ الْحِزامانِ فِي حِزامٍ واحِدٍ.

(3) النُّجُومُ التَّوائِمُ الثُّلاثِيَّةُ:

بِالإِضافَةِ إِلَى مَا تَقَدَّمَ عَنْ وُجُودِ تَوائِمَ مُنْفَرِدَةٍ أَوْ مُزْدَوِجَةٍ، تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ تَوائِمَ تَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ، يَدُورُ كُلٌّ مِنْهَا حَوْلَ نَفْسِهِ، بِالإِضافَةِ إِلَى دَوَرانِهِ حَوْلَ تَوْءَمِهِ أَوْ تَوْءَمَيْهِ مَعاً.

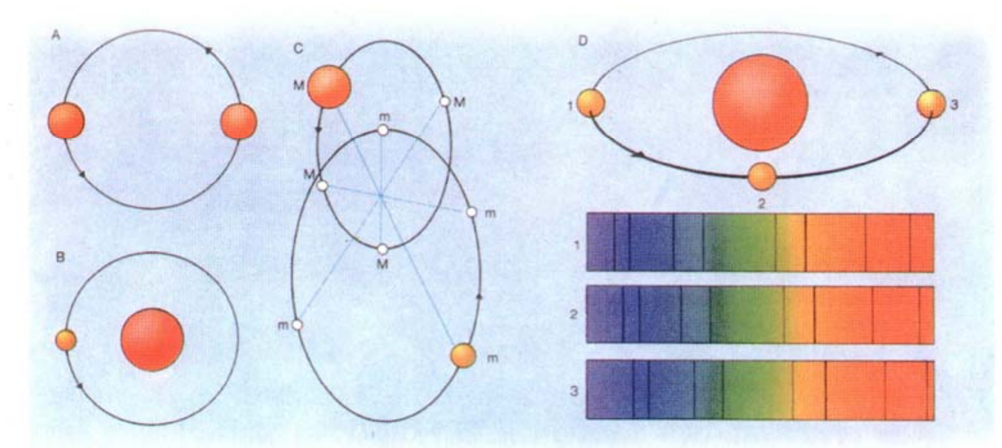
وَمِنْ هَذِهِ النَّماذِجِ: الْمَجْمُوعَةُ الثُّلاثِيَّةُ الَّتي تَمَّ الْكَشْفُ عَنْهَا فِي أَحَدِ نُجُومِ كَوْكَبَةِ (بُرْجِ السَّرَطانِ)، فِي النَّجْمِ الْمُسَمَّى (زيتا السَّرَطانِ) الَّذي كانَ يُعْتَقَدُ أَنَّهُ نَجْمٌ واحِدٌ حَسْبَمَا كَشَفَتْ عَنْهُ قَديماً الْمَراقِبُ الصَّغِيرَةُ. إِلاَّ أَنَّهُ عِنْدَمَا تَطَوَّرَتِ الْمَراقِبُ، تَبَيَّنَ أَنَّ ذاكَ النَّجْمَ مَا هُوَ إِلاَّ تَوْءَمٌ ثُلاثِيٌّ، يَتَأَلَّفُ مِنْ نَجْمٍ عِمْلاقٍ أَحْمَرَ اللَّوْنِ هَرِمٍ؛ وَمِنْ نَجْمٍ آخَرَ قَرِيبٍ مِنْهُ وَصَغِيرٍ، أَبْيَضَ اللَّوْنِ مائِلٍ لِلزُّرْقَةِ، إِنَّهُ نَجْمٌ لاَ يَزالُ فِي مُقْتَبَلِ عُمْرِهِ؛ وَمِنْ نَجْمٍ ثالِثٍ بَعِيدٍ عَنْهُمَا، بُرْتُقالِيِّ اللَّوْنِ، وَأَصْغَرَ حَجْماً مِنَ النَّجْمِ الأَبْيَضِ، وَيَدُلُّ لَوْنُهُ الْبُرْتُقالِيُّ عَلَى أَنَّهُ قَدْ تَجاوَزَ نِصْفَ عُمْرِهِ بِكَثِيرٍ. كَمَا تَبَيَّنَ أَنَّ كُلاً مِنَ النَّجْمَيْنِ الأَحْمَرِ وَالأَبْيَضِ يَدُورانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا دَوْرَةً واحِدَةً كُلَّ (60) سَنَةً. أَمَّا النَّجْمُ الْبُرْتُقالِيُّ الْبَعِيدُ عَنْهُمَا نِسْبِيّاً، فَإِنَّهُ يَحْتاجُ إِلَى مُدَّةِ (1150) سَنَةٍ كَيْ يَدُورَ حَوْلَ النَّجْمَيْنِ دَوْرَةً واحِدَةً.





سَتُسْتَثْنَى الكَواكِبُ في المَنْظُوماتِ النَّجمِيَّةِ الثُّنائيَّةِ (المُزدوجةِ) والثُّلاثيَّةِ مِن مَناطِقَ مَحدودَةٍ (الأزرق) التي لا يُمكنُ فيها أن تَسْبَحَ في مَداراتِها على نَحوٍ مُستقرٍّ، وفي داخلِ هذه المَنْطِقةِ يَتمُّ في نهايةِ المطافِ قَذْفُ الكَواكبِ بتأثيرِ التَّفاعُلاتِ التَّثاقُليَّةِ. وفي حالِ مَنْظومَةٍ ثُنائيَّةٍ (في الأعلى) فإنَّ الكَواكبَ يُمكنُ أن تُقيمَ إمَّا قُربَ كُلٍّ مِنَ النَّجمين أو بعيداً عن كليهما. وفي حالِ مَنْظومةٍ ثُلاثيَّةٍ (في الأسفلِ) مِنَ المُمكنِ أن يسيرَ النَّجمُ على مَدارِهِ قريباً مِنَ النَّجمينِ القريبِ أحدهُما من الآخرِ، وذلكَ في بُقْعَةٍ أوسعَ حولَ النَّجمِ الثَّالثِ المُنفرِدِ أو أنْ يتحرَّكَ بعيداً عن النُّجومِ الثَّلاثة.

وَاخْتِلَافُ أَعْمَارِ النُّجُومِ التَّوَائِمِ أَمْرٌ مَأْلُوفٌ لَدَى مُعْظَمِهَا؛ وَإِنْ عُثِرَ عَلَى تَوَائِمَ بِأَعْمَارٍ وَاحِدَةٍ، فَذَاكَ هُوَ الأَمْرُ النَّادِرُ بَيْنَ هَذِهِ الأَنْوَاعِ مِنَ النُّجُومِ.



نِظَامُ دَوَرَانِ مَجْمُوعَةُ النُّجُومِ التَّوَائِمِ (الثُّنائِيَّة)، إِذَا كُنَّا وَجَدْنَا أَنَّ أَطْوَلَ مُدَّةِ دَوَرَانِ تَوْءمٍ حَوْلَ تَوْءمِهِ قَدْ بَلَغَتْ مِئَاتِ السِّنِينَ، فَإِنَّ دَوَرَانَ الأَزْوَاجِ التَّوَائِمِ حَوْلَ بَعْضِهَا يَسْتَغْرِقُ لَدَى بَعْضِهَا مِئَاتِ السِّنِينَ، بَيْنَمَا يَسْتَغْرِقُ لَدَى بَعْضِهَا الآخَرِ مَلَايِينَ السِّنِينَ. مِنْ ذَلِكَ: إِنَّ الزَّوْجَ الأَوَّلَ ذُا اللَّوْنِ الأَحْمَرِ، المَوْجُودَ فِي كَوْكَبَةِ (رَأْسِ التَّوْءمِ)، يَحْتَاجُ إِلَى مَلَايِينِ السِّنِينَ كَيْ يُتِمَّ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ الزَّوْجَيْنِ الآخَرَيْنِ اللَّامِعَيْنِ فِي هَذِهِ الكَوْكَبَةِ. أَمَّا الزَّوْجَانُ اللَّامِعَانُ فِيهَا، فَلَا يَحْتَاجَانِ إِلَّا إِلَى (300) سَنَةٍ حَتَّى يُتِمَّا دَوْرَتَهُمَا حَوْلَ بَعْضِهِمَا.

أَنْظِمَةُ دَوَرَانِ النُّجُومِ التَّوَائِمِ

تَخْتَلِفُ مُدَّةُ دَوَرَانِ التَّوْءمِ حَوْلَ تَوْءمِهِ، فِي النُّجُومِ الثنائية، مِنْ نَجْمٍ مُزْدَوَجٍ إِلَى نَجْمٍ آخَرَ، اخْتِلَافاً كَبِيراً يَتَرَاوَحُ بَيْنَ عِدَّةِ سَاعَاتٍ وَمِئَاتِ السِّنِينَ.

وَلَوْ أَخَذْنَا النُّجُومَ الثنائية الثَّلَاثَةَ المَوْجُودَةَ فِي (رَأْسِ التَّوْءمِ) لَوَجَدْنَا مَا يَلِي:

أ) إِنَّ لَوْنَ النَّجْمَيْنِ التَّوْءمَيْنِ الأَوَّلَيْنِ أَحْمَرُ، وَإِنَّ كُلاً مِنْهُمَا يُنْهِي دَوْرَتَهُ حَوْلَ تَوْءمِهِ فِي مُدَّةِ **(19)** سَاعَةً.

ب) وَإِنَّ النَّجْمَيْنِ التَّوْءمَيْنِ الثَّانِيَيْنِ لَامِعَانِ، وَإِنَّ كُلاً مِنْهُمَا يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ تَوْءمِهِ فِي مُدَّةِ **(3)** أَيَّامٍ.

ج) وَإِنَّ النَّجْمَيْنِ التَّوْءمَيْنِ الثَّالِثَيْنِ لَامِعَانِ أَيْضاً، وَيَحْتَاجُ كُلٌّ مِنْهُمَا كَيْ يُتِمَّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ تَوْءمِهِ إِلَى مُدَّةِ **(9)** أَيَّامٍ.

أَمَّا النَّجْمُ المُزْدَوَجُ المَوْجُودُ فِي كَوْكَبَةِ (مُمْسِكِ الأَعِنَّةِ) فَيَحْتَاجُ التَّوْءمُ فِيهِ إِلَى **(27)** سَنَةً كَيْ يُتِمَّ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ تَوْءمِهِ. وَالنَّجْمُ المُزْدَوَجُ المَوْجُودُ فِي كَوْكَبَةِ (قنطورس) يَحْتَاجُ التَّوْءمُ فِيهِ إِلَى **(80)** سَنَةً كَيْ يُتِمَّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ تَوْءمِهِ. وَالنَّجْمَانِ المُزْدَوَجَانِ فِي كَوْكَبَةِ (اللُّورا أَوِ السِّلْيَاقِ) يَحْتَاجُ كُلٌّ مِنْهُمَا إِلَى مِئَاتِ السِّنِينَ كَيْ يُتِمَّ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ تَوْءمِهِ.

(4) النُّجومُ النبَّاضةُ:

في عام **1982**م، اكتَشَفَ (د. س. باكر) مِن جامعةِ كاليفورنيا في بيركلي ومُعاونوه نَجماً يبُثُّ نَبضاتٌ راديويةٌ دوْرها (**1.558** مليثانية) ويقعُ في كوكبَةِ الثَّعلبِ، وهذا مِنَ (النَّجمِ النبَّاضِ) **Pulsar** الراديوي الذي اتُّفِقَ على تَسْميتِهِ بـ (**214 + 1937**) أسرعُ نجمٍ نبَّاضٍ مَعْروفٍ النباضاتُ الراديويةُ أجرامٌ سماويَّةٌ شَبيهَةٌ بِالنُّجومِ تَبُثُّ أنْواعاً عَديدةً مِنَ الإشْعاعِ الكَهرطيسي والجُسيمي ومِنْ بَينِها الأمْواجُ الراديويةِ (مثل موجاتِ الراديو).

وقَدْ كانَ أسرَعُ نجْمٍ نبَّاضٍ راديَوِيٍّ معْروفٌ قبل اكتِشافِ (**214 + 1937**) هُوَ النَّجمُ النبَّاضُ في السَّرَطانِ الذي يبُثُّ نبضاتٍ دورها (**30** مليثانية)، وهذا النجْمُ مَدْفونٌ في وَسَطٍ ضبابِيٍّ ضخْمٍ يُشبِهُ كُرَةً قطْنِيَّةً ويُدْعى (سَديمُ السَّرَطانِ).

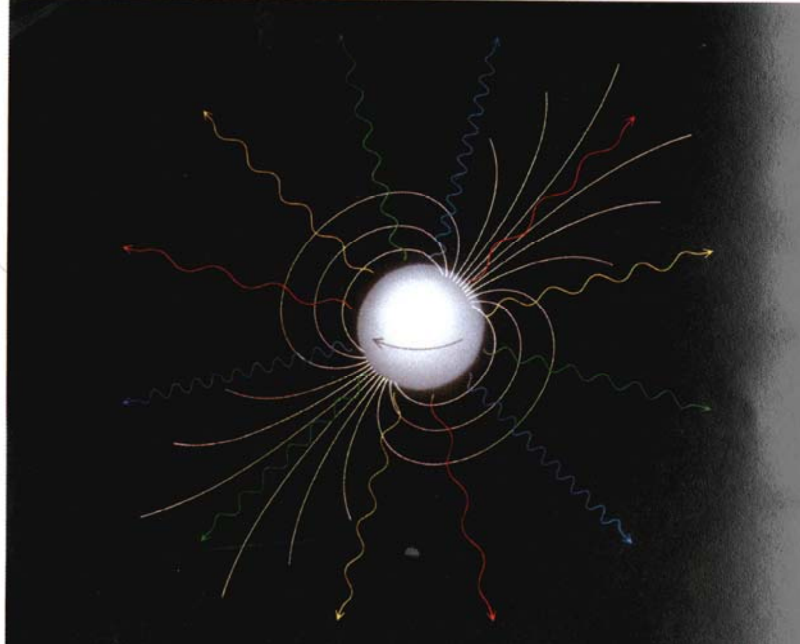
والنُّجومُ النبَّاضَةُ هِيَ نُجومٌ نترونيَّةٌ في حالةِ دورانٍ: أي نوىً ضَخْمَة تَدورُ حَولَ نفْسِها وتَحْتَوي على 10^{57} بروتون ونترون.

(5) النُّجومُ فائِقةُ المِغناطيسيّةِ (المغنيتارات) :

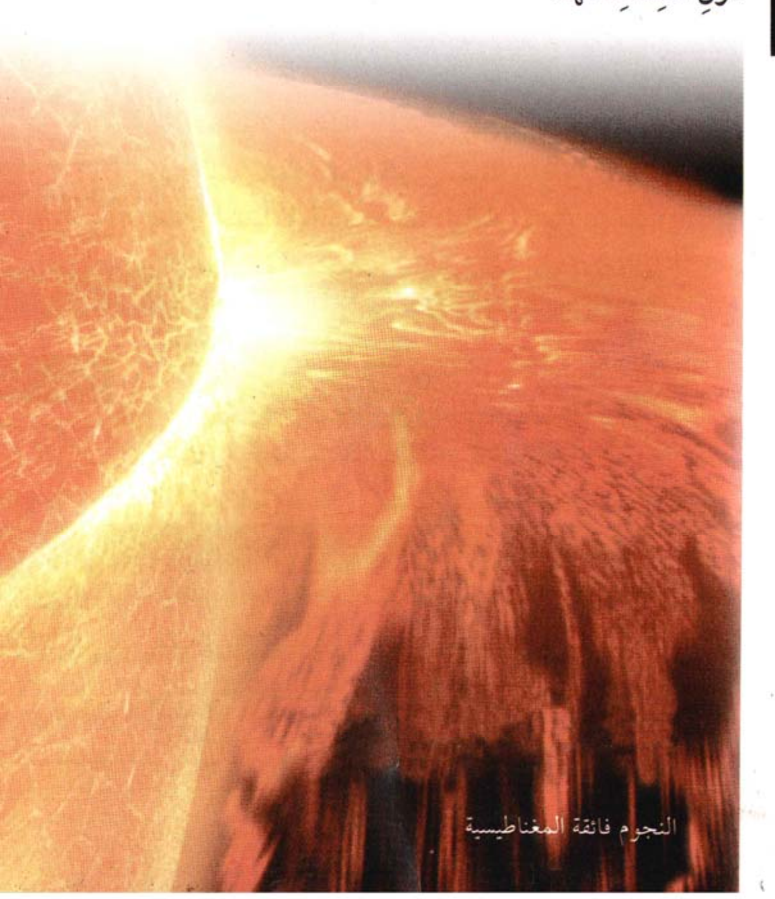
وَجَدَ الفَلَكيُّونَ نُجوماً تُطْلِقُ ومَضاتٌ مُتوهِّجَةٌ مِنْ أشِعَّةِ غاما والأشِعَّةِ السِّينيَّةِ يَفوقُ سُطوعُها ملايينَ المرَّاتِ سُطوعَ أيِّ مصْدَرٍ مُكَرَّرٍ آخرَ لهذِهِ الأشِعَّةِ. وتُشيرُ الطاقَةُ الهائِلَةُ والإشاراتُ النابِضَةُ المُصاحِبَةُ لهذِهِ الأشِعَّةِ إلى أنَّ مَصدَرَها هُوَ ثاني أكْثَرِ الأجْرامِ الكَوْنيَّةِ غرابَةً (بعدَ الثُّقبِ الأسودِ) ألا وَهُوَ النَّجْمُ النتروني.

يَملِكُ هَذا النوْعُ مِنَ النُّجومِ النترونيَّة أقْوى حقلٍ مغناطيسيٍّ جرى قياسُهُ على الإطْلاقِ. ولِذلِكَ سُمِّيَت (مغنيتارات **Magnetars**) أي النُّجومَ الفائِقةَ المِغناطيسيَّةَ. تُثيرُ الطَّاقةُ المِغناطيسيَّةُ العاليةُ اضطراباتٍ عَلى سُطوحِ المغنيتارِ تُشبِهُ الزَلازِلَ الأرْضيَّةَ، ويُمْكِنُها تَفسيرُ الوَمضاتِ للأشِعَّةِ السَّاطِعَةِ.

تَبْقى هذِهِ المغنيتاراتُ ناشِطةً قُرابَةَ عَشرةِ آلافِ سَنةٍ فقَط، وهذا يدُلُّ عَلى أنَّ المَلايينَ مِنْها تَجوبُ مجرَّتنا مِنْ دونِ اكْتِشافِنا لَها.



يُعْتقدُ أنَّ النَّجمُ النبَّاض الذي دَورهُ مليثانية والذي يُرمزُ لهُ بالرقم (214 + 1937) قَد نَشَأ عَلى نَحوٍ مُغايرٍ لنُشوءِ غيرِهِ مِنَ النُّجوم النباضة. ويُظنُّ أنَّهُ نَجمٌ نترونيٌّ كَثيفٌ قدْ عادَ إلى الحَياةَ، أي أُعيدتْ إليهِ حركتُهُ الدَّورانيَّةُ. ويُحتمل أنهُ قَدْ كانَ هذا النَّجْمُ، قَبْلَ عِدَّة ملايينَ منَ السِّنينَ أو أكْثَرَ، جزْءاً من ثُنائيَّةٍ سينيةٍ مُؤلَّفةٍ منْ نجْمٍ نترونيٍّ يَدورُ حَولَ نَفسه ويدورُ حولَهُ نجْمٌ رفيقٌ (الرسم العلوي) ولدى دوَرانُ هذينِ النَّجْمينِ كلٍّ حولَ الآخر، سَحَبَ النجْمُ النتروني بِبُطء مادَّةً من رفيقِهِ حتَّى التَحمَتْ بهِ. إنَّ اصْطِدام المادّة بِسطْحِ النَّجم النترونيّ أطلَقَ أشِعةً سينيَّةً، وعِنْدئذٍ بدأ النَّجْمُ النترونيُّ بالدَّورانِ حوْلَ مِحْورِهِ بِصورةٍ أسْرع. وعِنْدما توقَّفَ أخيراً سحبُ المادَّة، وماتَ النَّجْمُ الرفيقُ بعْدَ أن نَضبتْ مادتُهُ، ويبدو أنَّ النجمَ النترونيَّ أخذ يَدورُ حولَ نَفْسِهِ بِسُرعةٍ تَكْفي لِجعلِهِ نجماً نباضاً راديوياً (الرسم السفلي) وتُمثلُ الخطوطُ المُتموِّجَةُ الحمْراءُ في الرَّسْم مَوجاتٍ راديويَّةً، والخُطوطُ الصفْراءُ ضَوْءاً مَرْئيّاً والخُطوطُ الخَضْراءُ أشِعةً سينيَّةً، والزَّرْقاءُ أشِعَةَ غاما.



النجوم فائقة المغناطيسية

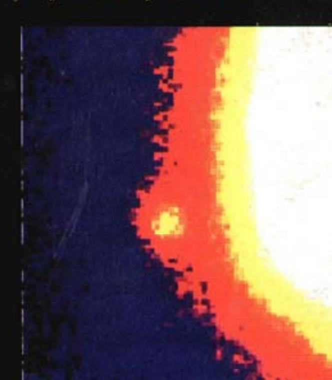
(6) الأقزامُ البُنيَّةُ :

هِيَ أجرامٌ سماويَّةٌ أقلُّ كتلةً مِنَ النُّجومِ، ولكنَّها أكبرُ كتلةً مِنَ الكواكِبِ، وتُعتبَرُ الأقْزامُ البنيَّةُ **Brown dwarfs** نُجوماً زائفةً. فالنَّجْمُ يُضيءُ بِفضْلِ التَّفاعُلاتِ النوويَّةِ الحراريَّةِ التي تحدُثُ في قلْبِهِ، وهِيَ تفاعُلاتٌ تُطلِقُ قدراً هائلاً من الطَّاقةِ نتيجةَ أنْدماجِ الهيدْروجينِ مُكوِّناً الهليوم. إلا أنَّ حُدوثَ تفاعُلاتِ الانْدماجِ يتطلَّبُ ألا تَقِلَّ دَرجةُ الحَرارةِ في قَلْبِ النَّجْمِ عنْ ثلاثةِ ملايينَ درجةِ كلفن. ولمَّا كانَتْ درجةُ حَرارةِ القلْبِ تَرْتَفِعُ كُلَّما زادَ الضَّغْطُ الثقالي، وجَبَ ألاَّ تَقلَ كُتلة النجْم عن 75 مرةً قدْرَ كتلةِ المُشْتري أو مايُقارِبُ سَبْعَةَ في المئة مِنْ كتْلةِ شَمسِنا. إنَّ هذا الشَّرْطُ غيْر مُحقَّقٍ في القَزَمِ البني، فهُوَ أثْقلُ كوكبٍ غازيٍّ عُملاقٍ، إلا أنَّ كُتلتهُ غيرُ كافيةٍ لِيصيرَ نجْماً.

قزمٌ بُنيّ


تُعتبَرُ الأقزامُ البنيَّةِ نُجوماً زائفةً. فالنَّجْمُ يُضيءُ بِفضْلِ التَّفاعُلاتِ النوويَّةِ الحراريَّةِ التي تحدُثُ في قلْبِه.





(7) النُّجومُ الْمُتَغَيِّرَةُ :

هِيَ نُجُومٌ تَخْتَلِفُ دَرَجَةُ لَمَعَانِهَا بِالنِّسْبَةِ لِلرَّاصِدِ اخْتِلافاً كَبِيراً، إِنَّمَا بِشَكْلٍ رَتِيبٍ مُنَظَّمٍ؛ فَبَعْدَ أَنْ يَكُونَ لَمَعَانُهَا عَادِيّاً، يَأْخُذُ بِالازْدِيَادِ التَّدْرِيجِيِّ حَتَّى يَبْلُغَ (100) ضُعْفٍ عَمَّا كَانَ عَلَيْهِ فِي الْبِدَايَةِ، ثُمَّ لاَ يَلْبَثُ أَنْ يَخِفَّ لَمَعَانُهَا بِالتَّدْرِيجِ شَيْئاً فَشَيْئاً حَتَّى يَعُودَ إِلَى طَبِيعَتِهِ الأُولَى.

وَمِنْ أَمْثِلَةِ هَذِهِ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ **Variable stars** النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ي. الْجَبَّار) الَّذِي يَقَعُ فَوْقَ كَتِفِ كَوْكَبَةِ (الْجَبَّار)، وَهُوَ نَجْمٌ لاَ تَكَادُ الْعَيْنُ تُمَيِّزُهُ فِي حَالِ خُفُوتِه.


صُورَةُ أَوَّلِ نَجْمٍ مُتَغَيِّرٍ وَ اسْمُهُ مِيْرَة، اكْتَشَفَهُ الفَلَكِيّ الألمَانِي ديفيد فابريسيوس عَام 1596م.

وَيَعُودُ سَبَبُ هَذَا التَّأَلُّقِ الْكَبِيرِ إِلَى الْهَيَجَانِ الَّذِي يَحْدُثُ فِي النَّجْمِ إِثْرَ نَشَاطِ التَّفَجُّرَاتِ النَّوَوِيَّةِ فِي بَاطِنِهِ، وَالَّذِي تَزْدَادُ حِدَّتُهُ يَوْماً بَعْدَ يَوْمٍ حَتَّى يَبْلُغَ أَوْجَهُ بَعْدَ انْقِضَاءِ عَامٍ عَلَى بَدْءِ تَأَلُّقِهِ.

وَيُرَافِقُ ذَلِكَ الْهَيَجَانَ، فِي هَذِهِ النُّجُومِ، انْدِفَاعُ مَقْذُوفَاتٍ مِنَ الشُّوَاظِ وَالأَلْسِنَةِ الْمُلْتَهِبَةِ، تَنْتَشِرُ فِي الْفَضَاءِ عَلَى شَكْلِ جَدَاوِلَ تَمْتَدُّ عِبْرَ مِئَاتِ أُلُوفِ الْكِيلُومِتْرَاتِ، بَعِيداً عَنْ سَطْحِ النَّجْمِ، لِيَضِيعَ بَعْضُهَا فِي رِحَابِ الْكَوْنِ، وَلِيَرْتَدَّ بَعْضُهَا الآخَرُ إِلَى سَطْحِ النَّجْمِ، مُشَكِّلاً أَقْوَاساً مِنَ اللَّهَبِ.

وَيُلاحَظُ عِنْدَ اقْتِرَابِ الْهَيَجَانِ مِنْ ذُرْوَتِهِ انْدِفَاعُ أَسْهُمٍ لامِعَةٍ مِنَ (الْهيدروجين)، تَمْلأُ الْفَضَاءَ الْمُحِيطَ بِالنَّجْمِ، وَهِيَ الَّتِي تَجْعَلُ اللَّمَعَانَ الصَّادِرَ عَنِ النَّجْمِ يَبْلُغُ غَايَتَهُ.

وَمَعَ كُلِّ هَذَا، فَقَدْ دَلَّ تَحْلِيلُ طَيْفِ أَمْثَالِ هَذِهِ النُّجُومِ عَلَى أَنَّ حَرَارَةَ سَطْحِهَا وَجَوِّهَا تَقِلُّ عَمَّا هُوَ عَلَيْهِ الأَمْرُ فِي سَطْحِ وَجَوِّ النُّجُومِ الأُخْرَى الَّتِي لاَ يَتَغَيَّرُ لَمَعَانُهَا. كَمَا دَلَّ ذَلِكَ التَّحْلِيلُ عَلَى وُجُودِ عَنَاصِرِ الْغَازَاتِ التَّالِيَةِ فِيهِ: (التيتانيوم) وَ(الزركونيوم) وَ(الْحَدِيدِ).

وَمِنَ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ مَا يَفُوقُ نَجْمَ (ي. الْجَبَّار) فِي لَمَعَانِهِ وَحَرَارَتِهِ وَطُولِ الْمُدَّةِ الَّتِي يَظَلُّ مُتَأَلِّقاً فِيهَا. وَمِثَالُ ذَلِكَ، النَّجْمُ الْمُتَغَيِّرُ الْمُسَمَّى (ز. الْمَرْأَةُ الْمُسَلْسَلَةُ) الَّذِي لاَ تَزِيدُ حَرَارَتُهُ فِي فَتْرَةِ خُفُوتِ نُورِهِ عَلَى (3000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ.

وَمَا إِنْ تَبْدَأُ فَتْرَةُ الْهَيَجَانِ فِيهِ حَتَّى تَأْخُذَ حَرَارَتُهُ بِالارْتِفَاعِ، وَنُورُهُ بِالازْدِيَادِ؛ حَتَّى إِذَا بَلَغَ الْهَيَجَانُ فِيهِ ذُرْوَتَهُ بَعْدَ ثَلاَثِ سَنَوَاتٍ مِنْ بَدْئِهِ، نَجِدُ أَنَّ حَرَارَةَ سَطْحِهِ قَدْ بَلَغَتْ مِلْيُونَ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، وَأَصْبَحَ نُورُهُ أَزْرَقَ سَاطِعاً؛ ثُمَّ يَعُودُ بَعْدَ ذَلِكَ شَيْئاً فَشَيْئاً إِلَى دَرَجَةِ حَرَارَةِ سَطْحِهِ الْمَأْلُوفَةِ، وَإِلَى خُفُوتِ نُورِهِ الَّذِي كَانَ عَلَيْهِ.

وَيُمْكِنُ تَصْنِيفُ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ فِي ثَلاَثِ زُمَرٍ هِيَ: (النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ الْقِيْفَاوِيَّةُ)، وَ(النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ ذَاتُ الدَّوْرَةِ الطَّوِيلَةِ)، وَ(النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ بِلاَ نِظَام).

(1) النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ الْقِيْفَاوِيَّةُ:

تَتَمَيَّزُ عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمُتَغَيِّرَاتِ بِقِصَرِ الْفَتْرَةِ بَيْنَ خُفُوتِ نُورِ النَّجْمِ وَبُلُوغِهِ ذُرْوَةَ لَمَعَانِهِ؛ فَهِيَ تَكُونُ يَوْماً وَاحِداً فِي بَعْضِ هَذِهِ النُّجُومِ أَوْ أَكْثَرَ، بَيْنَمَا لاَ تَزِيدُ عَلَى (50) يَوْماً فِي بَقِيَّةِ النُّجُومِ الأُخْرَى مِنْ هَذَا النَّوْعِ.

وَقَدْ دُعِيَتْ مِثْلُ هَذِهِ النُّجُومِ بِاسْمِ (النُّجُومِ الْقِيْفَاوِيَّةِ) **Cepheid stars** نِسْبَةً إِلَى كَوْكَبَةِ (قيفاوس) أَوِ (الْمُلْتَهِب)، وَالَّتِي تَحْصُرُ النَّجْمَ الْقُطْبِيَّ فِيمَا بَيْنَهَا وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ).

وَتَمْتَازُ هَذِهِ النُّجُومُ عَنْ غَيْرِهَا مِنَ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ بِكِبَرِ حَجْمِهَا، إِذْ إِنَّ قُطْرَ بَعْضِهَا يَفُوقُ قُطْرَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (100) مَرَّةٍ، وَمِنْهَا مَا يَزِيدُ قُطْرُهَا عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (10.000) مَرَّةٍ.

يُوجَدُ هَذَا النَّوْعِ مِنَ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ الْقِيفَاوِيَّةِ فِي سَحَابَةِ مَاجِلان الصُّغْرَى

(2) النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ ذَاتُ الدَّوْرَةِ الطَّوِيلَةِ :

هِيَ نُجُومٌ تَكُونُ الْفَتْرَةُ الْفَاصِلَةُ بَيْنَ خُفُوتِهَا وَشِدَّةِ تَأَلُّقِهَا أَكْثَرَ مِنْ (50) يَوْماً، وَأَقَلَّ مِنْ سَنَةٍ، وَمِنْهَا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ي. الْجَبَّارِ) الَّذِي مَرَّ مَعَنَا ذِكْرُهُ وَشَرْحٌ لِتَغَيُّرَاتِهِ.



(3) النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ بِلاَ نِظَامٍ :

تَتَمَيَّزُ هَذِهِ النُّجُومُ عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمُتَغَيِّرَاتِ بِأَرْبَعَةِ أُمُورٍ :

1. إِنَّهَا لاَ تَخْضَعُ فِي تَغَيُّرِهَا، مِنْ حَيْثُ الْخُفُوتُ وَالتَّأَلُّقُ، إِلَى فَتْرَةٍ زَمَنِيَّةٍ مُحَدَّدَةٍ.
2. إِنَّ الْجَوَّ الْمُحِيطَ بِهَا خَالٍ مِنَ الْهَالاَتِ الْمُتَوَهِّجَةِ الَّتِي تُحِيطُ بِجَوِّ الْمُتَغَيِّرَاتِ الأُخْرَى.
3. كُلُّهَا دُونَ الشَّمْسِ حَجْماً وَلَمَعَاناً.
4. نَجِدُهَا دَائِماً فِي الْمَنَاطِقِ الْمُعْتِمَةِ مِنَ الْكَوْكَبَاتِ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي كَوْكَبَاتِ : (الثَّوْرِ) وَ(الْعَقْرَبِ) وَ(الْحَوَّاءِ) وَ(الإِكْلِيلِ الْجَنُوبِيِّ)؛ تِلْكَ الْمَنَاطِقِ الَّتِي يَتَكَاثَفُ فِيهَا السَّدِيمُ الْمُؤَلَّفُ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ.

نُجُومُ وولف وَ رايت

دُعِيَتْ هَذِهِ النُّجُومُ كَذَلِكَ بِاسْمِ مُكْتَشِفَيْهَا الْفَلَكِيَّيْنِ (وولف) وَ(رايت). وَهِيَ نُجُومٌ ذَاتُ تَفَجُّرَاتٍ عَاتِيَةٍ مُسْتَمِرَّةٍ، تَقْذِفُ إِلَى الْجَوِّ الْمُحِيطِ بِهَا أَلْسِنَةً مِنَ اللَّهَبِ وَرَذَاذاً هَائِلاً مِنَ الشُّعْلاَتِ الْمُتَوَهِّجَةِ الَّتِي تَنْدَفِعُ بَعِيداً عَنِ النَّجْمِ بِسُرْعَةِ (3000)كم فِي الثَّانِيَةِ. وَمِنْ أَمْثِلَةِ هَذِهِ النُّجُومِ : النَّجْمُ الْمُسَمَّى (W-2) أَحَدُ نُجُومِ كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الأَكْبَرِ).



مِنْ أَمْثِلَةِ نُجُومِ وولف وَ رايت: النَّجْمُ الْمُسَمَّى (W-2) أَحَدُ نُجُومِ كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الأَكْبَرِ).

وَبَعْدَ الدِّرَاسَةِ الْمُسْتَمِرَّةِ الَّتِي قَامَ بِهَا هَذَانِ الْعَالِمَانِ لأَمْثَالِ هَذِهِ النُّجُومِ، تَبَيَّنَ لَهُمَا أَنَّهَا نُجُومٌ تُحْتَضَرُ مُقْتَرِبَةً مِنْ نِهَايَتِهَا.

الْحُشُودُ النَّجْمِيَّةُ

يُطْلَقُ اسْمُ (الْحُشُودُ النَّجْمِيَّةُ) Cluster of stars عَلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ تَقَعُ كُلُّهَا عَلَى بُعْدٍ وَاحِدٍ مِنَّا، كَمَا تَتَحَرَّكُ كُلُّهَا مَعاً فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ وَفِي اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ.

كَمَا لُوحِظَ أَنَّهَا تَضُمُّ سِلْسِلَةً كَامِلَةً مِنْ نُجُومِ التَّتَابُعِ

الرَّئِيسِ، أَيْ إِنَّنَا نَجِدُ فِيهَا النُّجُومَ الَّتِي تَكْبُرُ شَمْسَنَا حَجْماً، وَتَفُوقُهَا حَرَارَةً وَلَمَعَاناً وَكُتْلَةً.

كَمَا نَجِدُ فِيهَا نُجُوماً تُشْبِهُ شَمْسَنَا فِيمَا قَدَّمْنَاهُ مِنْ أُمُورٍ، وَنُجُوماً أُخْرَى هِيَ أَقَلُّ مِنْ شَمْسِنَا فِي تِلْكَ الأُمُورِ.

وَمِنْ تِلْكَ الْحُشُودِ: حَشْدُ (الثُّرَيَّا)، وَحَشْدُ (الْقِلاَّصِ)، وَ(الْحَشْدُ الْمُزْدَوِجُ) فِي كَوْكَبَةِ (فرساوس). فَلْنُلْقِ نَظْرَةً عَلَى كُلِّ حَشْدٍ مِنْ هَذِهِ الْحُشُودِ.

حَشْدُ الثُّرَيَّا

يَتَأَلَّفُ هَذَا الْحَشْدُ مِنْ مَجْمُوعَةِ نُجُومٍ تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (فِرساوس) وَبَيْنَ رَأْسِ الثَّوْرِ فِي (بُرْجِ الثَّوْرِ). وَيُرَى بِالْمِرْقَبِ عَلَى شَكْلِ نُجُومٍ كَثِيرَةِ الْعَدَدِ مُتَرَاكِبَةٍ وَكَأَنَّهَا مُتَّصِلَةٌ مَعَ بَعْضِهَا دُونَ تَرْكِ أَيِّ فَرَاغٍ فِيمَا بَيْنَهَا.


حَشْدُ الثُّرَيَّا

وَيَتَحَرَّكُ هَذَا الْحَشْدُ حَرَكَةً تَتَقَيَّدُ بِهَا كُلُّ نُجُومِهِ مِنْ حَيْثُ السُّرْعَةُ وَالاتِّجَاهُ. وَمَنْظَرُ (الثُّرَيَّا) **Pleiades** بِالْمِرْقَبِ رَائِعٌ، إِذْ يَبْدُو وَكَأَنَّهُ سِرْبُ نَحْلٍ مِنْ ذَهَبٍ. إِذْ تَتَجَمَّعُ نُجُومُهَا حَوْلَ بَعْضِهَا عَلَى شَكْلِ عُنْقُودِ عِنَبٍ مُتَلأْلِئٍ، ذِي بَرِيقٍ أَخَّاذٍ.

أَمَّا مَا نَرَاهُ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ مِنْ نُجُومٍ لَهَا شَكْلُ الثُّرَيَّا، فَهِيَ جُزْءٌ ضَئِيلٌ جِدّاً مِمَّا يَضُمُّهُ هَذَا الْحَشْدُ.

يُرَى مِنْ حَشْدِ الثُّرَيَّا (6) نُجُومٍ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ. وَفِي قِصَصِ قُدَمَاءِ الْيُونَانِ أَنَّ تِلْكَ النَّجْمَاتِ هُنَّ بَنَاتُ إِلَهِ الْيُونَانِيِّينَ (أَطْلَسْ)، وَأَنَّهُنَّ كُنَّ سَبْعَ نَجْمَاتٍ؛ وَقَدْ حَاوَلَ (الْجَبَّارُ)، الَّذِي تُمَثِّلُهُ الْكَوْكَبَةُ الْمَعْرُوفَةُ بِهَذَا الاِسْمِ، أَنْ يَبْطِشَ بِهِنَّ، فَحَوَّلْنَ أَنْفُسَهُنَّ إِلَى سِرْبٍ مِنَ الْحَمَامِ السَّمَاوِيِّ، وَاسْتَطَعْنَ عَنْ طَرِيقِ ذَلِكَ الْفِرَارَ مِنَ (الْجَبَّارِ)؛ إِلاَّ أَنَّ إِحْدَاهُنَّ ضَلَّتْ طَرِيقَهَا أَثْنَاءَ ذَلِكَ، وَلَمْ تَعُدْ؛ فَبَقِينَ سِتَّ نَجْمَاتٍ.

وَهَذِهِ النَّجْمَاتُ السِّتُّ هِيَ مَا تَرَاهُ الْعَيْنُ، كَمَا قَدَّمْنَا؛ وَلَكِنَّنَا إِذَا مَا نَظَرْنَا إِلَيْهَا بِالْمِرْقَبِ الْفَلَكِيِّ، بَدَا لَنَا حَشْدٌ مُؤَلَّفٌ مِنْ مِئَاتِ النُّجُومِ، وَفِي وَسَطِهِ تَقُومُ نُجُومُ (الثُّرَيَّا).

وَعِنْدَ التَّدْقِيقِ فِي نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ، ظَهَرَ تَبَايُنٌ كَبِيرٌ فِي صِفَاتِ نُجُومِهِ، مِنْ ذَلِكَ: أَنَّ أَشَدَّ النُّجُومِ فِيهِ لَمَعَاناً، يَفُوقُ أَخْفَتَهَا لَمَعَاناً بِمِقْدَارِ (100.000) مَرَّةٍ.

وَلَوْ تَمَكَّنَّا مِنْ وَضْعِ هَذَا النَّجْمِ شَدِيدِ اللَّمَعَانِ مَكَانَ شَمْسِنَا، لَفَاقَهَا فِي اللَّمَعَانِ بِمِقْدَارِ (1000) مَرَّةٍ.

وَلَوْ وُضِعَ أَضْعَفُ نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ لَمَعَاناً مَكَانَ الشَّمْسِ، لَبَدَا نُورُهُ أَضْعَفَ مِنْ نُورِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (100) مَرَّةٍ.

وَأَكْبَرُ نَجْم فِي هَذَا الْحَشْدِ يَفُوقُ حَجْمُهُ حَجْمَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (9) مَرَّاتٍ، وَتَفُوقُ حَرَارَتُهُ حَرَارَةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (5) مَرَّاتٍ. أَمَّا أَصْغَرُ نُجُوم هَذَا الْحَشْدِ فَلاَ يَزِيدُ قُطْرُهُ عَلَى (2/1) قُطْرِ الشَّمْسِ، وَلاَ تَرْتَفِعُ حَرَارَةُ سَطْحِهِ إِلاَّ إِلَى (2/1) حَرَارَةِ سَطْحِ الشَّمْسِ.

وَعَلَى الرَّغْم مِنْ قُرْبِ حَشْدِ (الثُّرَيَّا) إِلَيْنَا بِالنِّسْبَةِ لِغَيْرِهِ مِنَ الْحُشُودِ، فَإِنَّ عَدَداً كَبِيراً مِنْ نُجُومِهِ لَمْ تَسْتَطِعِ الْمَرَاقِبُ الْكَشْفَ عَنْهَا، لِصِغَرِ حَجْمِهَا، وَشِدَّةِ خُفُوتِ لَمَعَانِهَا؛ وَإِنَّمَا تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ وُجُودِهَا بِالطُّرُقِ الْفِيزْيَائِيَّةِ وَالرِّيَاضِيَّةِ.

وَيَدُورُ حَشْدُ (الثُّرَيَّا) حَوْلَ نَفْسِهِ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ، وَهُوَ يَنْثُرُ رَذَاذاً وَهَّاجاً مِنْهُ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهِ.

وَهُنَاكَ نَجْمٌ فِي هَذَا الْحَشْدِ لَفَتَ انْتِبَاهَ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ إِلَيْهِ، إِذْ بَدَأَ مُنْذُ (75) عَاماً، وَحَتَّى الْيَوْمَ، بِإِطْلاَقِ فُقَاعَاتٍ مُتَلاَحِقَةٍ مِنْهُ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهِ، لِتَتَلاَصَقَ أَحْيَاناً، مُكَوِّنَةً مَا يُشْبِهُ عُنْقُودَ الْعِنَبِ، مِمَّا دَعَا الْعُلَمَاءَ إِلَى تَسْمِيَتِهِ (النَّجْمُ الْعُنْقُودِيُّ)؛ وَمِمَّا لاَحَظُوهُ حَوْلَ هَذَا النَّجْمِ أَنَّ لَمَعَانَهُ أَخَذَ يَخْفُقُ خَفَقَاتٍ خَافِتَةً.



وَيَسُودُ الاعْتِقَادُ الْيَوْمَ بِأَنَّ مِئَاتٍ مِنَ الْحُشُودِ الَّتِي تُشْبِهُ حَشْدَ (الثُّرَيَّا) مَوْجُودَةٌ فِي مَجَرَّتِنَا، وَلَكِنَّهَا مَحْجُوبَةٌ عَنَّا خَلْفَ السُّدُمِ الْكَثِيفَةِ الْمُؤَلَّفَةِ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ (النَّجْمِيِّ). وَدَلِيلُهُمْ عَلَى ذَلِكَ مَا لاَحَظُوهُ مِنْ سُحُبٍ سَدِيمِيَّةٍ تَلُفُّ حَشْدَ (الثُّرَيَّا) عَلَى شَكْلِ عُرُوقٍ وَأَشْرِطَةٍ ضَخْمَةٍ؛ إِلاَّ أَنَّهَا تَخْتَلِفُ عَنِ السُّدُمِ الأُخْرَى بِأَنَّهَا عَلَى غَايَةٍ مِنَ الرِّقَّةِ، لِدَرَجَةِ أَنَّهَا لاَ تَحْجُبُ شَيْئاً مِنْ ذَلِكَ الْحَشْدِ عَنَّا، وَإِنَّمَا تَقُومُ بِتَشْتِيتِ قِسْمٍ مِنْ ضَوْئِهِ. وَقَدْ حَاوَلُوا عَنْ طَرِيقِ الْمِرْقَبِ وَالْمِطْيَافِ أَنْ يَكْشِفُوا عَنْ طَبِيعَةِ مِثْلِ هَذَا التَّسَدُّمِ الْخَفِيفِ، إِلاَّ أَنَّ بُعْدَهُ الْكَبِيرَ عَنَّا حَالَ دُونَ ذَلِكَ.

حَشْدُ الْقِلاَّصِ

هُوَ حَشْدٌ مِنَ النُّجُومِ يَقَعُ فِي كَوْكَبَةِ (الثَّوْرِ) أَيْضاً. وَيَتَأَلَّفُ مِنْ حَوَالَيْ (200) نَجْمٍ، وَلَكِنَّهُ يَخْتَلِفُ عَنْ حَشْدِ (الثُّرَيَّا) مِنْ عِدَّةِ وُجُوهٍ:

1. إِنَّ قِسْماً مِنْ نُجُومِهِ يَخْرُجُ عَنْ سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ.
2. إِنَّ أَكْثَرَ نُجُوم هَذَا الْحَشْدِ لَمَعَاناً يَفُوقُ لَمَعَانُهُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ (100) مَرَّةٍ فَقَطْ.
3. إِنَّ أَشَدَّ نُجُوم هَذَا الْحَشْدِ حَرَارَةً تَظَلُّ حَرَارَتُهُ دُونَ حَرَارَةِ النُّجُوم ذَاتِ اللَّمَعَانِ الْقَوِيِّ فِي حَشْدِ (الثُّرَيَّا).
4. كَثْرَةُ النُّجُوم الْعَمَالِقَةِ الزَّرْقَاءِ فِي هَذَا الْحَشْدِ، وَإِنْ كَانَتْ لاَ تُشَكِّلُ أَكْثَرِيَّةَ نُجُومِهِ.
5. تَكْثُرُ فِيهِ النُّجُومُ التَّوَائِمُ، أَيْ الثنائية.
6. خُلُوُّهُ مِنَ الأَشْرِطَةِ وَالْعُرُوقِ السَّدِيمِيَّةِ الضَّخْمَةِ الَّتِي رَأَيْنَاهَا فِي حَشْدِ (الثُّرَيَّا)، وَإِنْ كَانَ يُلْمَحُ فِيهِ شَيْءٌ ضَئِيلٌ مِنَ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، يَتَحَرَّكُ خِلاَلَ نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ دُونَ أَنْ يَحْجُبَهَا.



حَشْدُ الْقَلاَّصِ فِي كَوْكَبَةِ (الثَّوْرِ) وَهُوَ يُحِيطُ بِنَجْمِ الدَبرَان

الْحَشْدُ الْمُزْدَوَجُ فِي كَوْكَبَةِ (فرساوس)

يُعَدُّ هَذَا الْحَشْدُ مِنْ أَجْمَلِ الْحُشُودِ الْمَجَرِّيَّةِ تَأَلُّقاً، وَإِنْ كَانَ مِنْ أَكْثَرِهَا بُعْداً عَنَّا. وَأَهَمُّ مَا يَتَّصِفُ بِهِ هَذَا الْحَشْدُ:

1. إِنَّ نُجُومَهُ اللاَّمِعَةَ هِيَ مِنْ أَكْثَرِ النُّجُومِ الْمَعْرُوفَةِ حَتَّى الْيَوْمَ تَأَلُّقاً، إِذْ يَزِيدُ لَمَعَانُ بَعْضِهَا عَلَى لَمَعَانِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (10) آلاَفِ مَرَّةٍ، بَيْنَمَا يَزِيدُ لَمَعَانُ بَعْضِهَا الآخَرِ بِمِقْدَارِ (100) أَلْفِ مَرَّةٍ عَلَى لَمَعَانِ الشَّمْسِ.

2. لِبُعْدِ هَذَا الْحَشْدِ بُعْداً سَحِيقاً عَنَّا، لَمْ يَتَمَكَّنِ الْعُلَمَاءُ مِنْ رَصْدِ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِيهِ، وَالَّتِي هِيَ بِقَدْرِ حَجْمِ الشَّمْسِ، أَوْ دُونَ ذَلِكَ حَجْماً، وَإِنْ كَانُوا يُؤَكِّدُونَ وُجُودَهَا.

3. بَلَغَ عَدَدُ النُّجُومِ الْعَمَالِقَةِ الْحُمْرِ الَّتِي رُصِدَتْ فِي هَذَا الْحَشْدِ (24) نَجْماً عِمْلاَقاً، وَهُوَ عَدَدٌ يَفُوقُ عَدَدَ الْعَمَالِقَةِ الْحُمْرِ الْمَوْجُودَةِ فِي حَشْدِ (الثُّرَيَّا) أَوْ فِي حَشْدِ (الْقَلاَّصِ).

4. تُحِيطُ بِهَذَا الْحَشْدِ سُدُمٌ كَثِيفَةٌ، تُعِيقُ رَصْدَهُ الَّذِي يُعِينُ عَلَى تَقْدِيرِ بُعْدِهِ عَنَّا.

5. تُغَلِّفُ النُّجُومَ الْمُتَأَلِّقَةَ فِيهِ غِلاَلاَتٌ مُنِيرَةٌ، يَمْتَدُّ بَعْضُهَا عَلَى شَكْلِ أَلْسِنَةٍ طَوِيلَةٍ لاَ زَالَ الْعُلَمَاءُ مُخْتَلِفِينَ حَوْلَ طَبِيعَةِ مَنْشَئِهَا؛ فَبَيْنَمَا يَرَى بَعْضُهُمْ أَنَّهَا حَصِيلَةُ الْمَادَّةِ الَّتِي تَقْذِفُهَا تِلْكَ النُّجُومُ حَوْلَهَا، يَرَى الْبَعْضُ الآخَرُ أَنَّهَا سُحُبٌ سَدِيمِيَّةٌ ضَخْمَةٌ، جَذَبَتْهَا نُجُومُ هَذَا الْحَشْدِ إِلَيْهَا، وَأَضَاءَتْهَا بِنُورِهَا.



الْحَشْدُ الْمُزْدَوَجُ فِي كَوْكَبَةِ (حَامِلُ رَأْسِ الْغُوْلِ) فرساوس

حُشُودٌ نَجْمِيَّةٌ أُخْرَى

لَقَدْ تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ عَلَى مَدَى سِنِينَ طَوِيلَةٍ مِنَ الرَّصْدِ الْمُسْتَمِرِّ لِلْحُشُودِ أَنْ يَتَعَرَّفُوا إِلَى بِضْعِ مِئَاتٍ مِنْهَا، وَكُلُّهَا وَاقِعَةٌ فِي مَجَرَّتِنَا، وَمَحْصُورَةٌ فِي الْمَمَرِّ الرَّئِيسِ مِنْ هَذِهِ الْمَجَرَّةِ، حَيْثُ تَكُونُ كَثَافَةُ الْغُبَارِ النَّجْمِيِّ، أَيْ الْكَوْنِيِّ، عَلَى أَشُدِّهِ؛ وَيَعْتَقِدُونَ أَنَّ مَا اكْتَشَفُوهُ مِنْ تِلْكَ الْحُشُودِ حَتَّى الْيَوْمِ لاَ يُشَكِّلُ أَكْثَرَ مِنْ (10/1) مِمَّا هُوَ مَوْجُودٌ مِنْهَا فِي مَجَرَّتِنَا فِعْلاً.

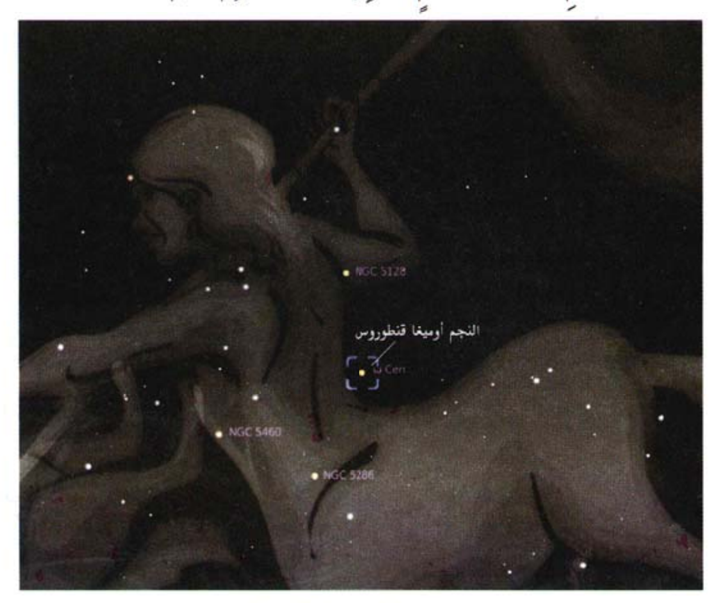
وَمِنَ هَذِهِ الْحُشُودِ: حَشْدُ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ)، إِذْ وَجَدُوا أَنَّ مُعْظَمَ نُجُومِهِ تَقَعُ عَلَى بُعْدٍ وَاحِدٍ مِنَّا، وَتَتَحَرَّكُ كُلُّهَا مَعاً فِي اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ.

الْمُرْتَبِطَاتُ النَّجْمِيَّةُ

وَهِيَ حُشُودٌ نَجُومُهَا مُتَبَاعِدَةٌ عَنْ بَعْضِهَا بُعْداً كَبِيراً، وَلَكِنَّ بُعْدَهَا عَنَّا وَاحِدٌ، وَتَتَحَرَّكُ كُلُّهَا مَعاً فِي اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ؛ وَهَذَا مَا دَعَا الْفَلَكِيَّ الرُّوسِيَّ (أمبيرتسوميان) أَنْ يُطْلِقَ عَلَيْهَا اسْمَ (الْمُرْتَبِطَاتُ النَّجْمِيَّةُ) بَدَلاً مِنْ أَنْ تُسَمَّى بِـ (الْحُشُودِ) لِلتَّبَاعُدِ الْكَبِيرِ الْقَائِمِ بَيْنَ نُجُومِ مِثْلِ هَذِهِ الْحُشُودِ.

الْحُشُودُ الْكُرَوِيَّةُ

لَمْ يَتِمَّ الْكَشْفُ عَنْ هَذَا النَّوْعِ مِنَ الْحُشُودِ إِلاَّ مُؤَخَّراً، وَبَعْدَ تَطَوُّرِ الْمَرَاقِبِ الْفَلَكِيَّةِ. وَأَوَّلُ حَشْدٍ مِنْهَا تَمَّ اكْتِشَافُهُ هُوَ الْحَشْدُ الْقَائِمُ فِي كَوْكَبَةِ (قنطورس)، وَفِي مَكَانِ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (أوميغا قنطورس)؛ وَكَانَتِ الْمَرَاقِبُ الصَّغِيرَةُ الَّتِي كَشَفَتْ عَنْ هَذَا النَّجْمِ أَظْهَرَتْهُ كَنَجْمٍ مُنْفَرِدٍ، يَلُفُّهُ سَدِيمٌ قَاتِمٌ.



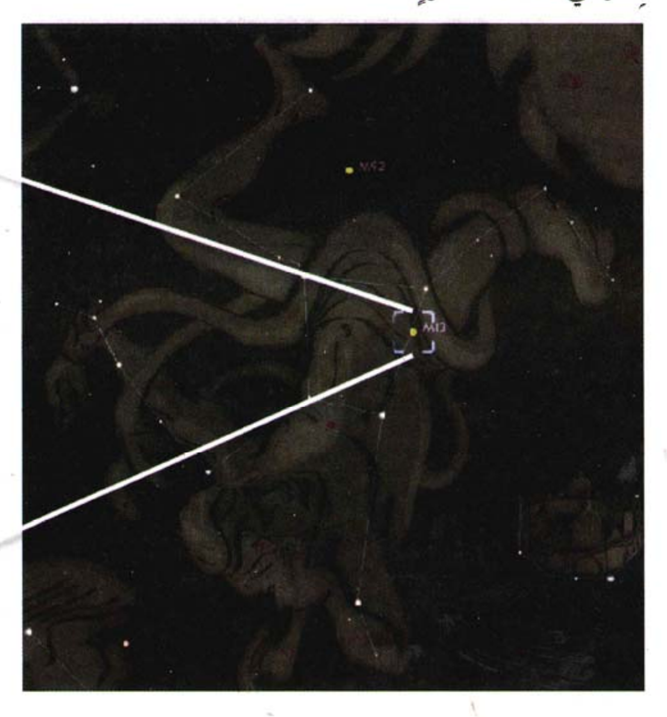
نَجْمَ (أوميغا قنطورس)

وَبَعْدَ تَطَوُّرِ الْمَرَاقِبِ الْفَلَكِيَّةِ، جَاءَتِ الْمُفَاجَأَةُ الْمُدْهِشَةُ حِينَ وَجَّهَ أَحَدُ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ مِرْقَبَهُ الْفَلَكِيَّ إِلَى ذَلِكَ النَّجْمِ، فَإِذَا بِهِ أَمَامَ مَشْهَدٍ مِنْ أَرْوَعِ الْمَشَاهِدِ الَّتِي كَانَ يَرَاهَا فِي السَّمَاءِ،

ذَلِكَ أَنَّ نَجْمَ (أوميغا قنطورس) لَمْ يَكُنْ نَجْماً وَاحِداً كَمَا قَالَ عَنْهُ رَاصِدُوهُ السَّابِقُونَ، وَإِنَّمَا كَانَ كُرَةً عِمْلاَقَةً مِنَ النُّجُومِ الَّتِي بَدَتْ كَأَنَّهَا نُجُومٌ مُفَلْطَحَةٌ بَعْضَ الشَّيْءِ، وَأَنَّ عَدَدَهَا يَفُوقُ مِئَاتِ الأُلُوفِ، وَحَتَّى الْمَلاَيِينَ، وَكَانَتْ جَمِيعُهَا تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا، وَيَنْبَعِثُ مِنْهَا نُورٌ يَفُوقُ نُورَ الشَّمْسِ بِحَوَالَيْ مِلْيُونِ مَرَّةٍ. وَهَذَا مَا أَكَّدَ لَهُ كَثْرَةَ عَدَدِ نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ، وَأَنَّهُ يَضُمُّ الْمَلاَيِينَ مِنْهَا، وَإِلاَّ لَمَا كَانَ لَهَا مِثْلُ ذَلِكَ اللَّمَعَانِ.

ثُمَّ أَخَذَ يَتَوَالَى اكْتِشَافُ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ **Globular clusters** حَتَّى اسْتَطَاعَ الْعُلَمَاءُ أَنْ يُسَجِّلُوا لَنَا حَوَالَيْ **(100)** حَشْدٍ مِنْهَا فِي مَجَرَّتِنَا. وَكَانَ حَشْدُ (أوميغا قنطورس) وَاحِداً مِنْ أَقْرَبِهَا إِلَيْنَا، وَلَكِنَّهُ لَمْ يَكُنْ أَوْضَحَهَا، إِذْ أَنَّ (الْحَشْدَ الْكُرَوِيَّ الأَعْظَمَ) الَّذِي اكْتُشِفَ فِي كَوْكَبَةِ (الْجَاثِي) مَكَّنَ وُضُوحُهُ الْعُلَمَاءَ مِنْ دِرَاسَتِهِ بِشَكْلٍ أَعْمَقَ وَأَوْسَعَ، وَقَدَّمُوا عَنْهُ الْمَعْلُومَاتَ التَّالِيَةَ:

1. عَثَرُوا عَلَى نُجُومٍ فِي هَذَا الْحَشْدِ شَدِيدَةِ اللَّمَعَانِ، لِدَرَجَةِ أَنَّ النَّجْمَ الْوَاحِدَ مِنْهَا كَانَ لَمَعَانُهُ يَفُوقُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِحَوَالَيْ **(1000)** مَرَّةٍ.



2 . وَإِنَّ تِلْكَ النُّجُومَ اللاَّمِعَةَ مِنْ أَكْبَرِ نُجُومِ الْحَشْدِ .

3 . وَلَكِنَّهَا مِنْ أَبْرَدِ النُّجُومِ الْمُكْتَشَفَةِ حَرَارَةً، وَمِنْ أَشَدِّهَا حُمْرَةً؛ وَفِي ذَلِكَ خُرُوجٌ عَلَى مَا أَلِفْنَاهُ فِي دِرَاسَةِ النُّجُومِ، وَعَلَى مَا وَجَدْنَاهُ فِي الْحَشْدِ الْكُرَوِيِّ فِي (الثُّرَيَّا) وَهُوَ أَنَّهُ حِينَ يَشْتَدُّ لَمَعَانُ النَّجْمِ، يَجِبُ أَنْ تَكُونَ حَرَارَتُهُ كَبِيرَةً، وَأَنْ يَكُونَ نُورُهُ أَزْرَقَ .

4 . وُجِدَ أَنَّ النُّجُومَ الزَّرْقَاءَ فِي هَذَا الْحَشْدِ الأَعْظَمِ نَادِرَةُ الْوُجُودِ .

وَيَعْتَقِدُ الْعُلَمَاءُ بِأَنَّ هُنَاكَ (100) حَشْدٍ كُرَوِيٍّ آخَرَ، عَلَى الأَقَلِّ، فِي مَجَرَّتِنَا لَمْ تُكْتَشَفْ بَعْدُ، إِمَّا لِبُعْدِهَا السَّحِيقِ عَنَّا أَوْ لاِحْتِجَابِهَا خَلْفَ سُدُمٍ مِنَ الْغُبَارِ النَّجْمِيِّ؛ وَلَكِنَّهُمْ رَجَّحُوا السَّبَبَ الأَوَّلَ، وَهُوَ الْبُعْدُ، حِينَ رَأَوْا أَنَّ الْحَشْدَ الْكُرَوِيَّ لاَ يَجْذِبُ إِلَيْهِ الْكَثِيرَ مِنَ الْغُبَارِ النَّجْمِيِّ، كَمَا هُوَ وَاضِحٌ فِي الْحُشُودِ الْمُكْتَشَفَةِ، وَلأَنَّ الْحُشُودَ وَاقِعَةٌ إِمَّا فِي أَعْلَى الطَّبَقَةِ الْمَرْكَزِيَّةِ لِلْمَجَرَّةِ أَوْ فِي أَسْفَلِهَا؛ وَكِلْتَا الْمِنْطَقَتَيْنِ تَقِلُّ فِيهِمَا سُدُمُ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ .

وَلَمَّا قَامَ الْعُلَمَاءُ الْفَلَكِيُّونَ الثَّلاَثَةُ (آرب) وَ(باوم) وَ(سانداج) بِدِرَاسَاتِهِمْ حَوْلَ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ، حَصَلُوا عَلَى نَتَائِجَ بَدَتْ غَرِيبَةً وَخَطِيرَةً؛ إِذْ وَجَدُوا أَنَّ تَطَوُّرَ النُّجُومِ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْحُشُودِ يُخَالِفُ مَا هُوَ مَأْلُوفٌ فِي نُجُومِ الْحُشُودِ الأُخْرَى غَيْرِ الْكُرَوِيَّةِ، وَمِنْ ذَلِكَ :

أ) إِنَّ النُّجُومَ ذَاتَ اللَّمَعَانِ الْقَوِيِّ وَالْحَرَارَةِ الْكَبِيرَةِ هِيَ النُّجُومُ الْحَمْرَاءُ، بَيْنَمَا كَانَتِ النُّجُومُ ذَاتُ النُّورِ الْخَافِتِ وَالسَّطْحِ الْبَارِدِ هِيَ النُّجُومَ الصَّغِيرَةَ. وَلَمَّا قَامَ مِنْ بَعْدِهِمُ الْفَلَكِيُّ (شابلي) بِدِرَاسَاتِهِ الْمُعَمَّقَةِ حَوْلَ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ، وَجَدَ أَنَّ التَّعَاكُسَ فِي تَطَوُّرِ نُجُومِ الْحَشْدِ الْكُرَوِيِّ بِالنِّسْبَةِ لِتَطَوُّرِ نُجُومِ الْحُشُودِ الأُخْرَى لَيْسَ شَامِلاً، وَأَنَّ التَّعَاكُسَ يَنْطَبِقُ فَقَطْ عَلَى النُّجُومِ الَّتِي يَفُوقُ لَمَعَانُهَا لَمَعَانَ الشَّمْسِ .

ب) وَإِنَّ النُّجُومَ الْمُتَغَيِّرَةَ الَّتِي تَكْثُرُ أَحْيَانَاً فِي الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ هِيَ إِمَّا مَفْقُودَةٌ تَمَامَاً أَوْ نَادِرَةٌ فِي الْحُشُودِ الأُخْرَى .

وَبَعْدَ الدِّرَاسَةِ وَالرَّصْدِ الْمُسْتَمِرَّيْنِ لِتِلْكَ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ، تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ مِنْ إِلْقَاءِ الضَّوْءِ عَلَيْهَا مِنْ خِلاَلِ الْمُلاَحَظَاتِ التَّالِيَةِ الَّتِي انْتَهَوْا إِلَيْهَا :

1 . إِنَّ عُمْرَ النُّجُومِ فِي هَذِهِ الْحُشُودِ أَكْبَرُ مِنْ عُمْرِ نُجُومِ الْحُشُودِ الأُخْرَى .

2 . إِنَّهَا أَقْرَبُ الْحُشُودِ إِلَى مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَلَكِنَّهَا لاَ تَبْلُغُ الطَّبَقَةَ الْمَرْكَزِيَّةَ مِنْهَا .

3 . تُشَكِّلُ نُجُومُهَا (90 %) مِنْ نُجُومِ مَجَرَّتِنَا .

4 . لاَ تَدُورُ هَذِهِ الْحُشُودُ الْمَجَرِّيَّةُ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَإِنَّمَا تَتَّخِذُ فِي مَسَارِهَا اتِّجَاهَاتٍ مُخْتَلِفَةً .

5 . تُحِيطُ بِمَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ مِنْ كُلِّ الأَطْرَافِ .

6 . كَثَافَةُ النُّجُومِ فِيهَا أَكْبَرُ مِنْ كَثَافَةِ النُّجُومِ الْبَعِيدَةِ عَنْ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ .

7 . لاَ يَقْتَصِرُ وُجُودُ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ عَلَى مَجَرَّتِنَا فَقَطْ، وَإِنَّمَا لَهَا مَثِيلٌ فِي الْمَجَرَّاتِ الأُخْرَى؛ فَفِي الْمَجَرَّةِ الْمُسَمَّاةِ



الْحَشْدَ الْكُرَوِيَّ الأَعْظَمَ فِي كَوْكَبَةِ (الْجَاثِي)

(M31)، أَمْكَنَ رَصْدُ حَشْدٍ كُرَوِيٍّ، وَفِي كُلٍّ مِنْهَا نُجُومٌ يَفُوقُ لَمَعَانُهَا لَمَعَانَ شَمْسِنَا بِمِقْدَارٍ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (10) آلاَفِ مَرَّةٍ وَمِلْيُونِ مَرَّةٍ.

أَعْمَارُ النُّجُومِ

يُحَدَّدُ عُمْرُ النَّجْمِ بِـ :

أ) مِقْدَارِ مَا يَحْوِيهِ جُرْمُهُ مِنْ غَازِ (الْهِيدروجِين)، إِذْ هُوَ كَمَا يُقَالُ : "طَعَامُ النَّجْمِ وَوَقُودُهُ".

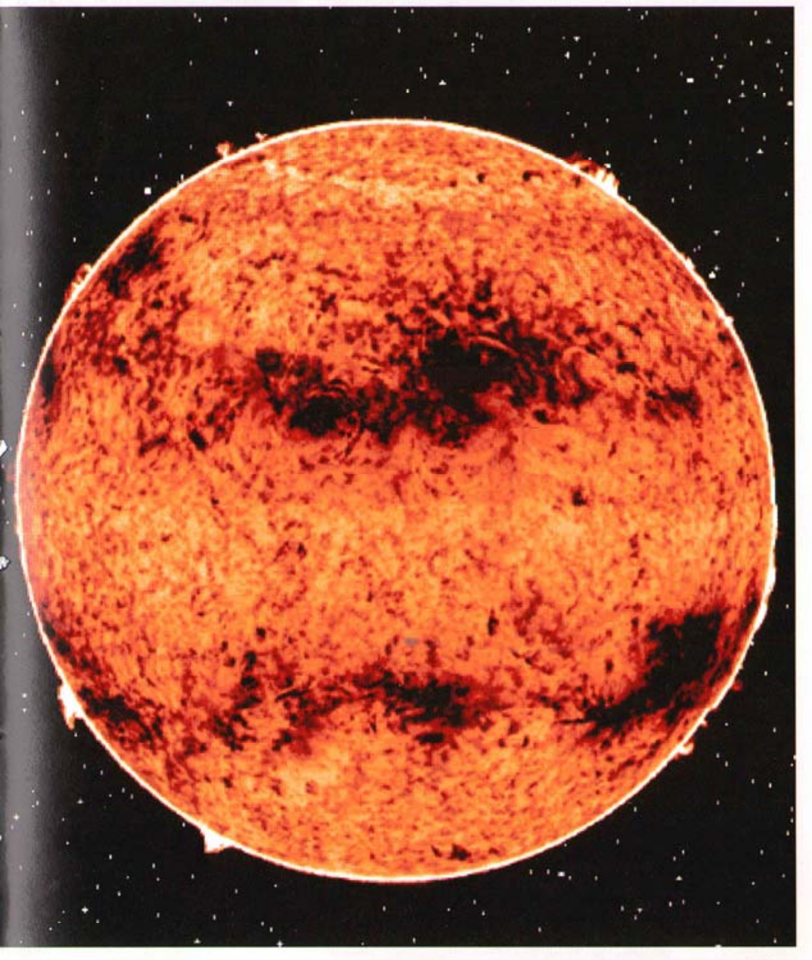
ب) سُرْعَةِ أَوْ بُطْءِ اسْتِهْلاَكِهِ لِذَلِكَ الْغَازِ.

وَكُنَّا قَدْ رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ مَا يَشُعُّهُ النَّجْمُ مِنْ نُورٍ وَحَرَارَةٍ إِنَّمَا هُوَ نَتِيجَةُ فَائِضِ الطَّاقَةِ الَّتِي تَتَوَلَّدُ مِنْ تَحَوُّلِ (4) ذَرَّاتٍ مِنْ غَازِ (الْهِيدروجِين)، بِمُسَاعَدَةِ نَوَيَاتِ الْكربون، إِلَى ذَرَّةِ (هِليوم) تَهْبِطُ مُنْجَذِبَةً نَحْوَ مَرْكَزِ النَّجْمِ بِسَبَبِ كَثَافَتِهَا الَّتِي تَفُوقُ كَثَافَةَ (الْهِيدروجِين).



غَازِ (الْهِيدروجِين)؛ "وَقُودُ النُّجُومِ"

وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَإِنَّ عُمْرَ النَّجْمِ يَتَنَاسَبُ طَرْدِيّاً مَعَ كُتْلَةِ (الْهِيدروجِين) الْمُشَكِّلَةِ لِجُرْمِ النَّجْمِ، وَعَكْسِيّاً مَعَ السُّرْعَةِ الَّتِي يَسْتَهْلِكُ بِهَا تِلْكَ الْكُتْلَةَ؛ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ عُمْرَ النَّجْمِ يَكُونُ أَقْصَرَ عِنْدَمَا تَكُونُ سُرْعَةُ اسْتِهْلاَكِهِ لِهيدروجِينِهِ أَكْبَرَ.



يُشَكِّلُ غَازُ (الْهيدروجين) نِسْبَةَ (99 %) مِنْ كُتْلَةِ النُّجُومِ الْحَدِيثَةِ الشَّابَّةِ، بَيْنَمَا لاَ تَزِيدُ نِسْبَتُهُ عَلَى (5 – 10 %) فِي النُّجُومِ الْهَرِمَةِ. فَشَمْسُنَا الَّتِي تُعَدُّ نَجْماً مُتَوَسِّطاً فِي حَجْمِهِ، مُعْتَدِلاً فِي اسْتِهْلاَكِهِ لِمَادَّتِهِ، إِذَا مَا قُورِنَ بِالنُّجُومِ الأُخْرَى، نَجِدُهُ يَسْتَهْلِكُ هيدروجِينَهُ بِمُعَدَّلِ (657) طناً فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (141.912.000) طن فِي الْيَوْمِ. وَتَتَوَلَّدُ عَنْ ذَلِكَ طَاقَةٌ شَمْسِيَّةٌ قُدِّرَتْ بِـ (4) مَلاَيِينِ طن فِي الثَّانِيَةِ. وَمَعَ ذَلِكَ، فَقَدْ مَضَى عَلَيْهِ، وَهُوَ عَلَى هَذِهِ الْحَالِ، (4600) مِلْيُونِ سَنَةٍ. وَيُقَدِّرُ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ أَنَّهُ لاَ زَالَ أَمَامَ الشَّمْسِ (15) مِلْيُونَ سَنَةٍ يَظَلُّ اسْتِهْلاَكُهَا لِمَادَّتِهَا خِلاَلَهَا كَمَا هُوَ عَلَيْهِ الآنَ، ثُمَّ يَقِلُّ اسْتِهْلاَكُهَا ذَاكَ شَيْئاً فَشَيْئاً. وَمَعَ ذَلِكَ، فَسَيَكُونُ أَمَامَهَا (4600) مِلْيُونِ سَنَةٍ أُخْرَى كَيْ تَسْتَنْفِدَ هيدروجِينَهَا.

وَالنُّجُومُ الَّتِي تَزِيدُ كُتْلَتُهَا عَلَى كُتْلَةِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (10) مَرَّاتٍ، هِيَ أَسْرَعُ تَبْدِيداً مِنَ الشَّمْسِ لِمَادَّتِهَا بِمِقْدَارِ

(1000) مَرَّةٍ، أَيْ أَنَّ عُمْرَهَا سَيَكُونُ أَقْصَرَ مِنَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (1000) مَرَّةٍ.

وَالنُّجُومُ الَّتِي تَزِيدُ كُتْلَتُهَا عَلَى كُتْلَةِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (100) مَرَّةٍ، يَنْتَهِي عُمْرُهَا خِلاَلَ مُدَّةٍ زَمَنِيَّةٍ تَقِلُّ عَنْ عُمْرِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مِلْيُونِ مَرَّةٍ؛ أَيْ أَنَّ عُمْرَ مِثْلِ هَذِهِ النُّجُوم يُقَاسُ بِأُلُوفِ السِّنِينَ، بَيْنَمَا قُدِّرَ عُمْرُ الشَّمْسِ، كَمَا رَأَيْنَا بِـ (9200) مِلْيُونِ سَنَةٍ. وَلاَ يَنْطَبِقُ هَذَا الْمَبْدَأُ الَّذِي جَاءَ بِهِ الْفَلَكِيُّ (إِدِنْغتون) عَلَى النُّجُومِ الَّتِي يَزِيدُ حَجْمُهَا وَكُتْلَتُهَا بِمَلاَيِينِ الْمَرَّاتِ عَلَى حَجْمِ وَكُتْلَةِ الشَّمْسِ، وَإِلاَّ لَمَا عَمَّرَتْ مِثْلُ هَذِهِ النُّجُوم أَكْثَرَ مِنْ مِئَاتِ السِّنِينَ.

وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ كُلَّمَا كَانَ حَجْمُ النَّجْم صَغِيراً عِنْدَ تَشَكُّلِهِ، كَانَ عُمْرُهُ أَطْوَلَ؛ إِذْ وُجِدَ أَنَّهُ عِنْدَمَا لاَ يَكُونُ لَدَى النَّجْم احْتِيَاطِيٌّ كَبِيرٌ مِنْ غَازِ (الْهيدروجين) الْمُرَكِّبِ لَهُ، فَإِنَّهُ يُنْفِقُ رَصِيدَهُ ذَاكَ بِاعْتِدَالٍ وَبِكَثِيرٍ مِنَ الْحَيْطَةِ، حَيْثُ تَكُونُ التَّفَاعُلاَتُ النَّوَوِيَّةُ، وَالطَّاقَةُ الْمُنْبَعِثَةُ عَنْهَا، فِي حُدُودِهَا الدُّنْيَا. كَمَا أَنَّ أَوَّلَ جِيلٍ مِنَ النُّجُوم يُولَدُ فِي الْمَجَرَّةِ، يَكُونُ تَرْكِيبُهُ كَتَرْكِيبِ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ، أَيْ يَكُونُ كُلُّهُ مُؤَلَّفاً مِنْ غَازِ (الْهيدروجين). أَمَّا الأَجْيَالُ الَّتِي تُولَدُ بَعْدَ ذَلِكَ فِي نَفْسِ الْمَجَرَّةِ، فَإِنَّ تَرْكِيبَهَا لاَ يَقْتَصِرُ عَلَى غَازِ (الْهيدروجين) وَحْدَهُ، وَإِنَّمَا تَغْتَنِي بِغَازَاتٍ أُخْرَى أَطْلَقَتْهَا فِي ثَنَايَا الْمَجَرَّةِ نُجُومٌ سَبَقَتْهَا فِي التَّكَوُّنِ، ثُمَّ انْفَجَرَتْ بِسَبَبِ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ الْحَادَّةِ الَّتِي قَامَتْ فِيهَا.

وَعَلَى هَذَا الأَسَاسِ، اسْتَنْتَجَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ شَمْسَنَا لاَ بُدَّ أَنْ تَكُونَ مِنَ الْجِيلِ الثَّالِثِ أَوِ الرَّابِعِ الَّذِي نَشَأَ فِي مَجَرَّتِنَا، نَظَراً لِمَا تَحْوِيهِ مِنْ غَازَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى الْغَازِ الأَسَاسِيِّ الْمُرَكِّبِ لَهَا وَهُوَ (الْهيدروجين)؛ وَأَنَّ تِلْكَ الْغَازَاتِ الأُخْرَى إِنَّمَا جَاءَتْهَا مِنَ النُّجُومِ الَّتِي سَبَقَتْهَا فِي التَّكَوُّنِ، ثُمَّ تَحَوَّلَتْ إِلَى نُجُومٍ عِمْلاَقَةٍ لَمْ تَلْبَثْ أَنِ انْفَجَرَتْ بَعْدَ أَنْ مَرَّتْ بِسِلْسِلَةٍ مِنَ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي حَوَّلَتْ غَازَ (الْهيدروجين) فِيهَا إِلَى غَازٍ أَثْقَلَ مِنْهُ وَهُوَ (الْهليوم)، ثُمَّ حَوَّلَتِ (الْهليوم) إِلَى عَنَاصِرَ غَازِيَّةٍ أَثْقَلَ مِنْهُ، مِثْلِ (الْكربون) وَ(الأُوكسجين) وَ(النِّيون)، ثُمَّ حَوَّلَتْهَا هِيَ الأُخْرَى إِلَى عَنَاصِرَ غَازِيَّةٍ أَثْقَلَ مِنْهَا، مِثْلِ (الْحَديد) وَ(السليكون) وَ(الْكِبْريت) وَ(الأَلْمنيوم).

وَيَتَوَقَّعُ الْعُلَمَاءُ أَنْ تَتَعَرَّضَ غَازَاتُ الْمَجَرَّاتِ ذَاتُهَا إِلَى تَفَاعُلاَتٍ نَوَوِيَّةٍ تَنْتَهِي بِتَحْوِيلِ مُعْظَم غَازِهَا (الْهيدروجينيِّ) إِلَى غَازِ (النِّيون).

وَإِذَا مَا قُدِّرَ لِلنُّجُوم أَنْ تَنْشَأَ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ (النِّيونيَّةِ)، إِذَا سَمَحَتِ الظُّرُوفُ بِذَلِكَ، فَإِنَّ مِثْلَ تِلْكَ النُّجُوم سَتَكُونُ مِنَ الْبِدَايَةِ ذَاتَ كُتَلٍ كَبِيرَةٍ، وَسَيَكُونُ مُعْظَمُ الطَّاقَةِ الْمُنْبَعِثَةِ مِنْهَا نَاشِئاً عَنِ الْحَرَكَةِ الانْكِمَاشِيَّةِ التَّثَاقُلِيَّةِ؛ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهَا نُجُومٌ قَصِيرَةُ الْعُمْرِ، سَرِيعَةُ الْفَنَاءِ، بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ أَعْمَارِ النُّجُوم (الْهيدروجينيَّةِ).

وَحِينَ يَتَحَقَّقُ مِثْلُ هَذَا التَّوَقُّعِ، سَتَكُونُ النُّجُومُ الْمُؤَلَّفَةُ لِلْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ، وَالْقَائِمَةِ فِي هَالاَتِ الْمَجَرَّاتِ، قَدِ انْتَهَى عُمْرُهَا مُنْذُ زَمَنٍ طَوِيلٍ، وَلَنْ يَرَى النَّاظِرُ يَوْمَهَا إِلَى السَّمَاءِ إِلاَّ نُجُوماً ذَاتَ نُورٍ خَافِتٍ لاَ يَلْبَثُ أَنْ يَنْطَفِئَ، لِيَبْقَى مِنْ بَعْدِهِ نُورٌ أَشَدُّ خُفُوتاً مِنْهُ، صَادِرٌ عَنْ بَقَايَا التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ فِي جِسْمِ الْمَجَرَّاتِ ذَاتِهَا، وَعَنِ الْحَرَكَةِ التَّثَاقُلِيَّةِ الْقَائِمَةِ فِي الأَقْزَامِ الْبَيْضَاءِ مِنَ النُّجُومِ الَّتِي لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَتَحَوَّلَ إِلَى أَقْزَامٍ سَوْدَاءَ **Black dwarfs**.

كَانَتْ تِلْكَ وُجْهَةَ نَظَرِ بَعْضِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ حَوْلَ تَطَوُّرِ النُّجُومِ وَالْمَجَرَّاتِ، بَيْنَمَا يَرَى بَعْضُهُمُ الآخَرُ أَنَّ مَا فِي الْكَوْنِ مِنْ مَادَّةٍ قَائِمَةٍ بَيْنَ الْمَجَرَّاتِ سَتَظَلُّ كَافِيَةً لِتَوْلِيدِ سُدُمٍ جَدِيدَةٍ، تَتَحَوَّلُ إِلَى مَجَرَّاتٍ تَنْبَثِقُ عَنْهَا نُجُومٌ، وَأَنَّ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ سَتَمْلأُ مِنْ جَدِيدٍ الْفَرَاغَ الَّذِي خَلَّفَهُ مَوْتُ الْمَجَرَّاتِ السَّابِقَةِ وَنُجُومِهَا.

الأَعْمَارُ الْمُنْتَظَرَةُ لِلنُّجُومِ

أ) الشَّمْسُ وَمَا مَاثَلَهَا : (5.000.000.000) سَنَةٍ.
ب) الأَقْزَامُ خَافِتَةُ النُّورِ : (600.000.000.000) سَنَةٍ.
ج) الْعَمَالِقَةُ الْعُلْيَا : (500.000 – 10.000.000) سَنَةٍ.
د) النُّجُومُ الثنائية : أَقَلُّ مِنْ (10.000.000.000) سَنَةٍ.

الأَعْمَارُ الْمُنْتَظَرَةُ لِبَعْضِ الْحُشُودِ النَّجْمِيَّةِ

أ) حَشْدُ الدُّبِّ الأَكْبَرِ وَمَا شَابَهَهُ : (200.000.000) سَنَةٍ.
ب) حَشْدُ الثُّرَيَّا وَمَا شَابَهَهَا : (3.000.000.000) سَنَةٍ.
ج) الْحُشُودُ الْكُرَوِيَّةُ : (10.000.000.000) سَنَةٍ.

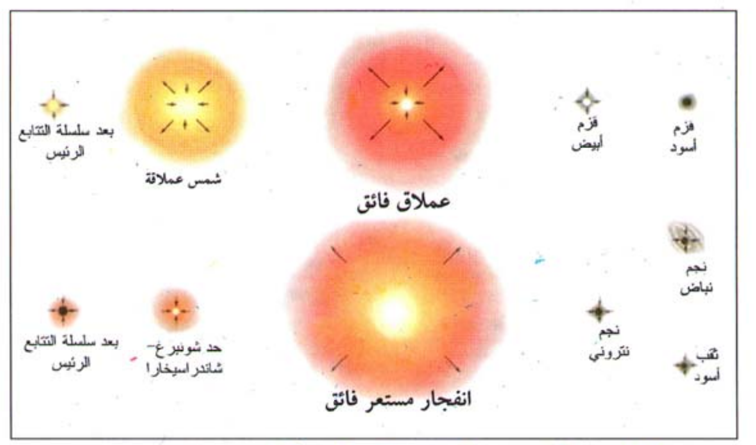
تَطَوُّرُ النُّجُومِ إِلَى عَمَالِقَةٍ

يَتَحَوَّلُ غَازُ (الْهيدروجين) بَعْدَ تَفَاعُلِهِ فِي جِسْمِ النَّجْمِ، كَمَا قُلْنَا، إِلَى غَازِ (الْهليوم) الَّذِي دَعَاهُ الْعُلَمَاءُ بِـ (رَمَادِ الْهيدروجين). وَنَظَراً لِكَثَافَتِهِ الزَّائِدَةِ، إِذَا مَا قُورِنَتْ بِكَثَافَةِ (الْهيدروجين)، فَإِنَّهُ يَنْجَذِبُ بِاتِّجَاهِ النَّوَاةِ الْقَائِمَةِ حَوْلَ مَرْكَزِ النَّجْمِ؛ وَمَعَ تَزَايُدِهِ، تَتَزَايَدُ الْكَثَافَةُ فِي النَّوَاةِ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، فَتُؤَدِّي إِلَى حُدُوثِ ضَغْطٍ كَبِيرٍ فِيهَا، وَبَعْثِ حَرَارَةٍ هَائِلَةٍ مِنْهَا، وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى التَّعْجِيلِ فِي عَمَلِيَّةِ التَّفَاعُلِ النَّوَوِي فِي بَاطِنِ النَّجْمِ، مِمَّا يَنْتُجُ عَنْهُ :

أ) تَمَدُّدُ حَجْمِ النَّجْمِ شَيْئاً فَشَيْئاً، وَيُرَافِقُ ذَلِكَ التَّمَدُّدَ تَبَرُّدٌ فِي سَطْحِ النَّجْمِ.

ب) تَغَيُّرُ لَوْنِ النَّجْمِ مَعَ اسْتِمْرَارِ تَبَرُّدِ سَطْحِهِ، فَيَتَحَوَّلُ مِنَ اللَّوْنِ الْبَنَفْسَجِيِّ إِلَى اللَّوْنِ الأَزْرَقِ، ثُمَّ إِلَى اللَّوْنِ الأصفرِ، ثُمَّ إِلَى اللَّوْنِ الْبُرْتُقَالِيِّ، ثُمَّ إِلَى اللَّوْنِ الأَحْمَرِ.

وَيَكُونُ النَّجْمُ عِنْدَهَا قَدْ بَلَغَ أَقْصَى حَجْمٍ لَهُ، حَيْثُ يَبْدُو كَعِمْلَاقٍ إِذَا مَا قُورِنَ بِبَقِيَّةِ النُّجُومِ؛ لِذَا يُدْعَى عِنْدَهَا، هُوَ وَأَشْبَاهُهُ، (النُّجُومُ الْعَمَالِقَةُ) أَوِ (الْعَمَالِقَةُ الْحُمْرُ) أَوِ (الْمَرَدَةُ الْحُمْرُ).



تَطَوُّرُ النُّجُومِ الْعَمَالِقَةِ إِلَى أَقْزَامٍ

وَمَعَ اسْتِمْرَارِ اسْتِهْلَاكِ النُّجُومِ الْعَمَالِقَةِ لِمَا بَقِيَ لَهَا مِنْ رَصِيدٍ هيدروجينيٍّ، نَجِدُ أَنَّ حَجْمَهَا يَأْخُذُ بِالصِّغَرِ شَيْئاً فَشَيْئاً؛ حَتَّى إِذَا مَا نَفَدَ كُلُّ غَازِ (الْهيدروجين) مِنْهَا، مُتَحَوِّلاً إِلَى (هليوم)، نُلَاحِظُ أَنَّ (الْهليوم) ذَاتَهُ يَدْخُلُ فِي مَرْحَلَةِ تَفَاعُلٍ نَوَوِيٍّ، لِيَتَحَوَّلَ إِلَى غَازَاتٍ أَثْقَلَ مِنْهُ، مِثْلِ غَازِ (النِّيون)، وَغَازِ (الْمَغْنيزيوم).

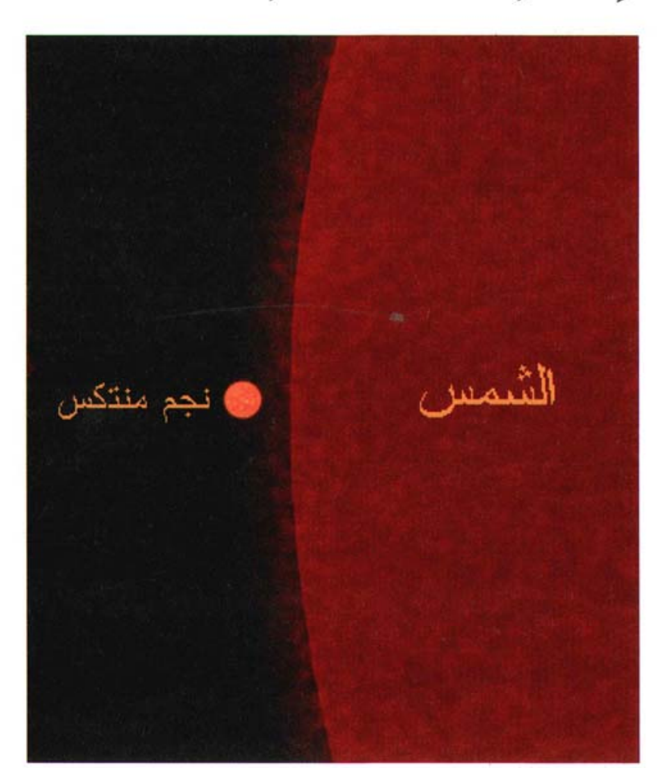
وَنَظَراً لِشِدَّةِ جَذْبِ النَّوَاةِ لَهُمَا، وَانْسِحَاقِ ذَرَّاتِهِمَا، فَإِنَّ كَثَافَتَهُمَا تُصْبِحُ أَعْلَى مِنْ كَثَافَةِ (الزِّئْبَقِ). وَعِنْدَ هَذِهِ الْمَرْحَلَةِ، نَجِدُ أَنَّ حَجْمَ النَّجْمِ قَدْ صَغُرَ لِدَرَجَةٍ غَيْرِ مُتَصَوَّرَةٍ، وَأَنَّهُ قَدْ أَصْبَحَ أَبْيَضَ اللَّوْنِ، مِمَّا دَعَا الْعُلَمَاءَ إِلَى تَسْمِيَتِهِ (الْقَزَمُ الأَبْيَضُ).

وَيَتَرَاوَحُ حَجْمُ الأَقْزَامِ الْبَيْضَاءِ بَيْنَ حَجْمِ الْكَوْكَبِ (أورانوس)، ذِي الْحَجْمِ الْمُتَوَسِّطِ بَيْنَ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَحَجْمِ الْكَوْكَبِ (عطارد)، أَصْغَرِ كَوَاكِبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْماً.

وَالنُّورُ الأَبْيَضُ الَّذِي تَشُعُّهُ مِثْلُ هَذِهِ النُّجُومِ الْقَزَمَةِ، لَا يَكُونُ مَبْعَثُهُ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيةَ الَّتِي تَكُونُ قَدْ تَوَقَّفَتْ فِيهَا،

وَإِنَّمَا هُوَ نَاتِجٌ عَنِ الْحَرَكَةِ الانْكِمَاشِيَّةِ، أَيِ التَّثَاقُلِيَّةِ، الَّتِي تَرْفَعُ ضَغْطَ نَوَاةِ النَّجْمِ إِلَى دَرَجَةٍ هَائِلَةٍ، فَتَنْبَعِثُ عَنْهُ حَرَارَةٌ شَدِيدَةُ الارْتِفَاعِ وَالتَّوَهُّجِ، تَشُعُّ ذَلِكَ النُّورَ الأَبْيَضَ.

وَمِنْ أَمْثِلَةِ تِلْكَ الأَقْزَامِ الْبَيْضَاءِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْجَرْوَ) الَّذِي تَضَاءلَ قُطْرُهُ حَتَّى أَصْبَحَ لاَ يَزِيدُ عَلَى (0.03) مِنْ قُطْرِ الشَّمْسِ، كَمَا ضَعُفَ نُورُهُ حَتَّى أَصْبَحَ لَمَعَانُهُ لاَ يَزِيدُ عَلَى (0.02) مِنْ لَمَعَانِ الشَّمْسِ، بَيْنَمَا تُعَادِلُ كُتْلَتُهُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ، إِذْ يَزِنُ السَّنْتِيمِتْرُ الْوَاحِدُ مِنْ سَطْحِهِ (160) كيلو غراماً. وَهَذَا مَا جَعَلَ الْعُلَمَاءَ يُلَقِّبُونَ مِثْلَ تِلْكَ الأَقْزَامِ الْبَيْضَاءِ بِاسْمِ (النُّجُومِ الْمُنْتَكِسَةِ) أَوِ (النُّجُومِ الْمَمْسُوخَةِ).



وَلَوْ كَانَ فِي مِثْلِ هَذَا النَّجْمِ، وَهُوَ عَلَى هَذِهِ الْحَالَةِ الْكَثِيفَةِ وَالْكُتْلَةِ الضَّخْمَةِ، بَقِيَّةٌ مِنْ غَازِ (الْهيدروجين)، خَاضِعَةٌ لِلتَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ، لَرَأَيْنَا أَنَّ لَمَعَانَهُ قَدْ زَادَ (50) مَرَّةً عَمَّا هُوَ عَلَيْهِ الْيَوْمَ، وَذَلِكَ وَفْقَ مَا نَصَّ عَلَيْهِ (قَانُونُ الْكُتْلَةِ وَاللَّمَعَانِ) الَّذِي يَقْضِي بِأَنَّهُ كُلَّمَا زَادَتْ كُتْلَةُ النَّجْمِ زَادَتِ الطَّاقَةُ الْمُنْطَلِقَةُ مِنْهُ، فَيَزْدَادُ لَمَعَانُهُ. وَيُعَبَّرُ عَنْ هَذَا الْقَانُونِ رِيَاضِيّاً بِأَنَّهُ تَنَاسُبٌ بَيْنَ الطَّاقَةِ الْمُنْطَلِقَةِ وَبَيْنَ الأُسِّ الثَّالِثِ وَالأُسِّ الرَّابِعِ لِكُتْلَتِهِ.

وَإِذَا كَانَتْ بَعْضُ النُّجُومِ قَدْ تَحَمَّلَتْ مِثْلَ هَذَا الْمَصِيرِ الَّذِي آلَ إِلَيْهِ أَمْرُ النَّجْمِ (الْجَرْوَ)، فَإِنَّ بَعْضَهَا الآخَرَ لاَ يَتَحَمَّلُ ذَلِكَ، بَلْ يَنْتَحِرُ عَنْ طَرِيقِ تَفْجِيرِ نَفْسِهِ طَمَعاً فِي تَجْدِيدِ حَيَاتِهِ وَإِبْدَالِهَا بِحَيَاةٍ أَفْضَلَ. وَهَذَا مَا سَنَتَطَرَّقُ إِلَيْهِ بِالتَّفْصِيلِ فِي بَحْثِ (انْفِجَارُ النُّجُومِ).

عَوَامِلُ تَطَوُّرِ النُّجُومِ

مُنْذُ عَامَ 1920م، تَوَصَّلَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (آرثر ستانلي إِدِنْغتون) إِلَى رَبْطِ تَطَوُّرِ النُّجُومِ بِعَامِلَيْنِ أَسَاسِيَّيْنِ هُمَا:

1) نُزُوعُ النَّجْمِ إِلَى الانْكِمَاشِ الدَّائِمِ بِفِعْلِ جَذْبِ النَّوَاةِ الَّتِي يَزْدَادُ تَكَاثُفُهَا يَوْماً بَعْدَ يَوْمٍ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا.

2) وُجُودُ قُوَّةٍ فِي نَوَاةِ النَّجْمِ، تُقَاوِمُ ذَلِكَ الانْكِمَاشَ، مُحَاوِلَةً دَفْعَ بَاطِنِ النَّجْمِ نَحْوَ أَطْرَافِهِ؛ إِنَّهَا طَاقَةٌ نَابِذَةٌ نَاتِجَةٌ عَنْ دَوَرَانِ النَّجْمِ السَّرِيعِ حَوْلَ نَفْسِهِ حِينَ تُصْبِحُ كُتْلَتُهُ كَبِيرَةً. وَهِيَ الْقُوَّةُ الَّتِي صَاغَهَا (آينشتاين) فِي قَانُونِهِ التَّالِي:

$$ط = ك ع2$$

أَيْ أَنَّ الطَّاقَةَ تُسَاوِي: ك (كُتْلَةُ الْجِسْمِ) × مُرَبَّعُ ع (سُرْعَةُ الضَوءِ). وَكَانَ هَذَا قَبْلَ أَنْ يَعْرِفَ الْعُلَمَاءُ الطَّاقَةَ النَّوَوِيَّةَ.

وَلَمَّا تَمَّ اكْتِشَافُ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ فِي آخِرِ الثَّلاَثِينَاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ، قَامَتْ طَائِفَةٌ مِنَ الْعُلَمَاءِ لِتَرْبُطَ بَيْنَ مَا جَاءَ بِهِ الْعَالِمُ (إِدِنْغتون) وَبَيْنَ دَوْرِ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ فِي تَطَوُّرِ النُّجُومِ. وَكَانَ عَلَى رَأْسِ هَؤُلاَءِ الْعُلَمَاءِ (كارل فون فايساكر) وَ(سبْراهمانيان شاندر اسيخار) وَ(هانز بيته).

وَقَدْ بَيَّنَ هَؤُلاَءِ بِأَنَّ التَّفَاعُلَ النَّوَوِيَّ هُوَ الَّذِي يُوَلِّدُ الْقُوَّةَ الَّتِي تُحَاوِلُ مُعَاكَسَةَ الْقُوَّةِ الْجَاذِبَةِ فِي النُّجُومِ حِينَ

تَدْفَعُ بِذَرَّاتِ بَاطِنِ الْجِسْمِ نَحْوَ أَطْرَافِهِ؛ وَيَحْدُثُ هَذَا مَا دَامَ النَّجْمُ فِي طَوْرِ شَبَابِهِ وَحَتَّى نِهَايَةِ نُضْجِهِ. وَلَكِنَّهُ حِينَ يَشِيخُ وَيَهْرَمُ، مُتَحَوِّلاً إِلَى نَجْمٍ مُنْتَكِسٍ وَمَمْسُوخٍ، يَضْعُفُ شَأْنُ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِيهِ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، مُفْسِحاً الْمَجَالَ لِظُهُورِ قُوَّةٍ جَدِيدَةٍ فِيهِ؛ وَهِيَ الَّتِي أَشَارَ إِلَيْهَا (إدنغتون). إِنَّهَا الْقُوَّةُ التَّثَاقُلِيَّةُ النَّاتِجَةُ عَنِ الانْكِمَاشِ الَّذِي يُحَوِّلُ النَّجْمَ كُلَّهُ إِلَى كُتْلَةٍ ذَاتِ كَثَافَةٍ شَدِيدَةٍ، يَصْدُرُ عَنْهَا نُورٌ أَبْيَضُ وَحَرَارَةٌ مُرْتَفِعَةٌ تَجْعَلُ مِنْ ذَلِكَ النَّجْمِ الْمُنْتَكِسِ قَزَماً أَبْيَضَ، يُحَاوِلُ بِدَوَرَانِهِ السَّرِيعِ أَنْ يَدْفَعَ بِكُتْلَتِهِ الْبَاطِنِيَّةِ نَحْوَ الأَطْرَافِ.

وَلَمَّا لُوحِظَ انْفِجَارُ بَعْضِ تِلْكَ الأَقْزَامِ، قَامَ الْعُلَمَاءُ بِدِرَاسَاتٍ جَدِيدَةٍ حَوْلَ عَوَامِلِ ذَلِكَ الانْفِجَارِ الَّذِي لاَ يُمْكِنُ لِلْقُوَّةِ النَّابِذَةِ وَحْدَهَا أَنْ تُسَبِّبَهُ.

وَعِنْدَهَا تَوَصَّلُوا إِلَى مَا كُنَّا قَدْ أَشَرْنَا إِلَيْهِ مِنْ أَنَّ تَكَدُّسَ غَازِ (الْهِليوم) فِي بَاطِنِ النَّجْمِ الْقَزَمِ تَكَدُّساً هَائِلاً، يُؤَدِّي إِلَى سَحْقِ ذَرَّاتِهِ وَتَوْلِيدِ طَاقَةٍ نَوَوِيَّةٍ جَدِيدَةٍ نَاتِجَةٍ عَنْ تَحَوُّلِ غَازِ (الْهِليوم) إِلَى ذَرَّاتٍ غَازِيَّةٍ أَثْقَلَ مِنْهُ، مِثْلِ غَازِ (النِّيون) وَغَازِ (الْمَغنيسيوم)؛ وَأَنَّ الْقُوَّةَ الْمُنْطَلِقَةَ عَنْ ذَلِكَ التَّفَاعُلِ هِيَ سِرُّ ذَلِكَ الانْفِجَارِ وَسَبَبُهُ.

لَحْظَةُ الاسْتِقْرَارِ الْحَرِجَةِ فِي حَيَاةِ النَّجْمِ

هِيَ اللَّحْظَةُ الَّتِي تَضَعُ النَّجْمَ خِلاَلَ مَسِيرَةِ تَطَوُّرِهِ أَمَامَ أَمْرَيْنِ:

1. أَنْ يُنْهِيَ حَيَاتَهُ عَنْ طَرِيقِ تَفْجِيرِ نَفْسِهِ وَانْتِشَارِ شَظَايَاهُ فِي الْكَوْنِ الْمُحِيطِ بِهِ.

2. أَنْ تَكُونَ لَدَيْهِ الْقُدْرَةُ عَلَى تَفَادِي هَذِهِ النَّتِيجَةِ، فَيَتَجَاوَزَهَا لِيَدْخُلَ فِي مَرْحَلَةٍ جَدِيدَةٍ مِنْ مَرَاحِلِ تَطَوُّرِهِ وَاسْتِمْرَارِ حَيَاتِهِ.

وَلْنُتَابِعْ مَسِيرَتَنَا مَعَ نَجْمَيْنِ مُتَوَسِّطَيِ الْحَجْمِ كَشَمْسِنَا، لِنَصِلَ مَعَهُمَا إِلَى لَحْظَةِ اسْتِقْرَارِهِمَا الْحَرِجَةِ، وَلِنَرَى كَيْفَ أَنَّ النَّجْمَ الأَوَّلَ قَدْ فَجَّرَ نَفْسَهُ مُنْهِياً حَيَاتَهُ، بَيْنَمَا اسْتَطَاعَ الثَّانِي تَجَاوُزَ تِلْكَ اللَّحْظَةِ.

لِنَفْرِضْ أَنَّ هَذَيْنِ النَّجْمَيْنِ كَانَا قَدِ اسْتَهْلَكَا (40 %) مِنَ (الْهيدروجين) الْمُشَكِّلِ لَهُمَا، مِمَّا دَعَا إِلَى انْكِمَاشِهِمَا عَلَى نَفْسَيْهِمَا، وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى زِيَادَةِ الضَّغْطِ عَلَى النَّوَاةِ فِيهِمَا، وَارْتِفَاعِ حَرَارَتِهَا الَّتِي تَصِلُ إِلَى (110) مَلاَيِينِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ.

وَعِنْدَ بُلُوغِ حَرَارَةِ النَّوَاةِ فِيهِمَا هَذِهِ الدَّرَجَةَ، نَجِدُ أَنَّ (الْهِليوم) الَّذِي كَانَ مُتَرَكِّزاً فِي النَّوَاةِ عَلَى شَكْلِ غَازٍ خَامِلٍ، يَنْشَطُ لِيُصْبِحَ وَقُوداً حَيّاً فَعَّالاً، وَلِيَدْخُلَ فِي مَرْحَلَةِ تَفَاعُلٍ نَوَوِيٍّ جَدِيدٍ، حَيْثُ تَنْدَمِجُ كُلُّ ثَلاَثِ ذَرَّاتٍ مِنْهُ مُحْدِثَةً انْفِجَاراً نَوَوِيّاً، يَنْتَهِي بِتَحَوُّلِ تِلْكَ الذَّرَّاتِ الثَّلاَثِ إِلَى ذَرَّةٍ مِنَ (الْكربون).

وَقَدْ تَتَّحِدُ أَرْبَعُ ذَرَّاتٍ مِنَ (الْهِليوم) مُحْدِثَةً تَفَجُّراً نَوَوِيّاً ضَخْماً، يُدْعَى (بَرِيقَ الْهِليوم) أَوْ (تَفَجُّرَ الْقَلْبِ)، مُنْتِجاً ذَرَّةً مِنَ (الأُوكسجين). وَقَدْ تَتَّحِدُ خَمْسُ ذَرَّاتٍ مِنَ (الْهِليوم) مُحْدِثَةً انْفِجَاراً نَوَوِيّاً جَارِفاً تَنْتُجُ عَنْهُ ذَرَّةٌ مِنَ (النِّيون).

وَفِي كُلٍّ مِنَ التَّفَاعُلاَتِ الثَّلاَثَةِ السَّابِقَةِ، تَتَوَلَّدُ طَاقَةٌ ضَخْمَةٌ مِنْ أَشِعَّةِ (غاما)، تُعِيدُ إِلَى بَاطِنَيِ النَّجْمَيْنِ نَشَاطَهُمَا، وَحَسَاسِيَّتَهُمَا، وَشِدَّةَ انْفِجَارَاتِهِمَا، بَعْدَ خُمُولِهِمَا، وَبَعْدَ أَنْ كَانَتِ التَّفَاعُلاَتُ النَّوَوِيَّةُ مُقْتَصِرَةً عَلَى الْغِطَاءِ الْمُحِيطِ بِتِلْكَ النَّوَاةِ فِيهِمَا فَقَطْ.

عِنْدَ هَذِهِ الْمَرْحَلَةِ، يَكُونُ النَّجْمَانِ قَدْ أَصْبَحَا عِمْلاَقَيْنِ أَحْمَرَيْنِ، وَيَكُونَانِ قَدْ دَخَلاَ لَحْظَةَ الاسْتِقْرَارِ الْحَرِجَةِ مِنْ تَطَوُّرِهِمَا؛ إِنَّهَا اللَّحْظَةُ الَّتِي يَقَعُ فِيهَا انْفِجَارُ النَّوَاةِ الْمُدَمِّرُ فِيهِمَا، وَالَّذِي يَدْفَعُ بِكَامِلِ مُحْتَوَاهُمَا الدَّاخِلِيِّ نَحْوَ غِطَائِهِمَا الْخَارِجِيِّ.

وَهُنَا تَظْهَرُ الْمُفَارَقَةُ الْكُبْرَى بَيْنَ النَّجْمَيْنِ؛ فَبَيْنَمَا يَهْتَزُّ

غِطَاءُ النَّجْمِ الأَوَّلِ اهْتِزَازاً عَنِيفاً، تَصْحَبُهُ تَمَوُّجَاتٌ وَاسِعَةٌ تَدُلُّ عَلَى أَنَّهُ قَدِ امْتَصَّ صَدْمَةَ الانْفِجَارِ وَرَاحَ يُتَابِعُ حَيَاتَهُ، نَجِدُ أَنَّ النَّجْمَ الثَّانِي قَدِ اسْتَجَابَ لَهَا وَرَاحَ يَنْتَفِخُ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ؛ حَتَّى إِذَا مَا بَلَغَ حَجْماً لاَ يَكَادُ يَتَصَوَّرُهُ العَقْلُ، دَوَّى صَوْتُ الانْفِجَارِ الْمُرَوِّعِ، مُعْلِناً نِهَايَةَ النَّجْمِ الَّذِي تَأْخُذُ شَظَايَاه بِالتَّطَايُرِ فِي كُلِّ اتِّجَاهٍ وَصَوْبٍ.

وَيُتَابِعُ النَّجْمُ الأَوَّلُ حَيَاتَهُ، حَيْثُ يَأْخُذُ حَجْمُهُ الْكَبِيرُ بِالصِّغَرِ، شَيْئاً فَشَيْئاً، مَعَ تَزَايُدِ حَرَارَتِهِ الَّتِي تَجْعَلُهُ أَشَدَّ لَمَعَاناً، وَتَجْعَلُ لَوْنَهُ أَشَدَّ زُرْقَةً. كَمَا يَحْدُثُ إِعَادَةُ تَرْتِيبٍ لأَمَاكِنِ الْغَازَاتِ فِي بَاطِنِهِ، حَيْثُ يَغُوصُ غَازُ (النِّيون) الْكَثِيفُ إِلَى الْقِسْمِ الْمَرْكَزِيِّ مِنَ النَّوَاةِ، وَيَعْلُوهُ غَازُ (الأُوكسجِينُ) الَّذِي يَتَوَضَّعُ فَوْقَهُ غَازُ (الْكَربُون).

وَتُؤَلِّفُ هَذِهِ الْغَازَاتُ الثَّلاَثَةُ الْقِسْمَ الدَّاخِلِيَّ مِنَ النَّوَاةِ، أَمَّا الْقِسْمُ الْخَارِجِيُّ مِنْهَا فَيَشْغَلُهُ غَازُ (الْهِليوم). أَمَّا غَازُ (الْهيدروجين) فَيَظَلُّ مُشَكِّلاً دِثَارَ النَّجْمِ وَغِطَاءَهُ الْخَارِجِيَّ الْمُحِيطَ بِالنَّوَاةِ.

وَبَعْدَ أَنْ تَأْخُذَ تِلْكَ الْغَازَاتُ أَمَاكِنَهَا فِي النَّجْمِ، نَجِدُ أَنَّ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةَ فِي جِسْمِ النَّجْمِ لاَ تَتَوَقَّفُ، حَيْثُ يَأْخُذُ غَازُ (الْهيدروجين) بِالتَّحَوُّلِ إِلَى غَازِ (الْهِليوم)، وَيَتَحَوَّلُ (الْهِليوم) الَّذِي كَانَ يُؤَلِّفُ الْقِسْمَ الْعُلْوِيَّ مِنَ النَّوَاةِ إِلَى غَازَيْ (الأوكسجين) وَ(الْكَربُون).

وَقَدْ يُوَاجِهُ النَّجْمُ أَزْمَةَ انْفِجَارٍ مُدَمِّرٍ مَرَّةً ثَانِيَةً إِذَا مَا اتَّفَقَ أَنِ ارْتَفَعَتْ حَرَارَةُ بَاطِنِهِ إِلَى (800) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ؛ إِذْ إِنَّ مِثْلَ هَذِهِ الدَّرَجَةِ مِنَ الْحَرَارَةِ تُحَوِّلُ غَازَ (النِّيون)، الْمُؤَلِّفَ لِمَرْكَزِ النَّجْمِ، مِنْ غَازٍ خَامِلٍ إِلَى غَازٍ نَشِيطٍ، حَيْثُ يَبْدَأُ فِيهِ تَفَاعُلٌ نَوَوِيٌّ جَدِيدٌ يُفَجِّرُهُ، مُحَوِّلاً إِيَّاهُ إِلَى غَازٍ أَثْقَلَ مِنْهُ، هُوَ غَازُ (الْمَغْنيزوم).

وَإِذَا مَا اسْتَطَاعَ الدِّثَارُ الْهيدروجينِيُّ، حَتَّى هَذِهِ الْمَرْحَلَةِ، أَنْ يَمْتَصَّ صَدْمَةَ هَذَا الانْفِجَارِ الْجَدِيدِ مَرَّةً ثَانِيَةً، فَإِنَّ النَّجْمَ سَيُتَابِعُ حَيَاتَهُ مَرَّةً أُخْرَى.

وَإِذَا مَا اتَّفَقَ أَنِ ارْتَفَعَتْ حَرَارَةُ بَاطِنِ النَّجْمِ، بَعْدَ ذَلِكَ، إِلَى (1500) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، فَإِنَّ تَفَاعُلاَتٍ نَوَوِيَّةً جَدِيدَةً سَتَبْدَأُ فِي بَاطِنِ النَّجْمِ، وَسَتُوَلِّدُ الانْفِجَارَاتُ النَّاتِجَةُ عَنْهَا ذَرَّاتٍ مِنَ (الأَلْمنيوم) وَ(السليكون) وَ(الْكبْريت) وَ(الْفوسفور).

وَإِذَا مَا اتَّفَقَ أَنِ ارْتَفَعَتْ حَرَارَةُ بَاطِنِ النَّجْمِ إِلَى (2500) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، تَتَحَوَّلُ الْعَنَاصِرُ السَّابِقَةُ، عَنْ طَرِيقِ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ، إِلَى ذَرَّاتٍ أَثْقَلَ مِنْهَا، مِثْلُ (التِّيتانيوم، الكرُوم، الْمَنغنيز، الْحَديد، الْكوبالت، النِّيكل، النُّحَاس، وَالزِّنْك).

وَهُنَا لاَ بُدَّ مِنَ الإِشَارَةِ إِلَى أَنَّ كُلَّ تَفَاعُلٍ نَوَوِي يَتِمُّ بِسُرْعَةٍ أَكْثَرَ مِنَ التَّفَاعُلِ الَّذِي سَبَقَهُ. عِنْدَ هَذَا الْحَدِّ، تَتَوَقَّفُ التَّفَجُّرَاتُ النَّوَوِيَّةُ فِي النَّجْمِ، بَعْدَ أَنْ يَكُونَ قَدْ تَحَوَّلَ إِلَى قَزَمٍ أَبْيَضَ يَعِيشُ فَتْرَةً عَلَى اسْتِهْلاَكِ بَقَايَا طَاقَتِهِ النَّوَوِيَّةِ الْمُخْتَزَنَةِ فِيهِ. وَعِنْدَ نَفَادِ تِلْكَ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ، يَزْدَادُ انْكِمَاشُهُ وَصِغَرُ حَجْمِهِ حَتَّى يَصِلَ إِلَى دَرَجَةٍ تَتَمَكَّنُ فِيهَا ذَرَّاتُهُ الْبَاطِنِيَّةُ مِنْ مُقَاوَمَةِ عَمَلِيَّةِ الانْكِمَاشِ؛ وَعِنْدَهَا يَفْقِدُ حَرَارَتَهُ النَّاشِئَةَ عَنِ التَّثَاقُلِ، كَمَا يَفْقِدُ مَعَهَا لَمَعَانَهُ الَّذِي كَانَتْ تُصْدِرُهُ عَمَلِيَّةُ التَّثَاقُلِ. وَعِنْدَهَا يَتَحَوَّلُ إِلَى قَزَمٍ أَسْوَدَ بَارِدٍ مُعْتِمٍ، سَابِحٍ فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ.

هَذِهِ هِيَ الْمَرَاحِلُ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا نَجْمٌ مُتَوَسِّطُ الْكُتْلَةِ كَالشَّمْسِ؛ أَمَّا حِينَ تَكُونُ كُتْلَةُ النَّجْمِ أَكْبَرَ مِنْ كُتْلَةِ الشَّمْسِ بِحَوَالَيْ (50 %)، فَإِنَّ مِثْلَ ذَلِكَ النَّجْمِ لَنْ يُكْتَبَ لَهُ أَنْ يَمُرَّ بِالتَّطَوُّرَاتِ الَّتِي اسْتَعْرَضْنَاهَا. وَذَلِكَ وَفْقَ مَا تَوَصَّلَ إِلَيْهِ الْفَلَكِيُّ (شاندرا سيخار) عَنْ طَرِيقِ الدِّرَاسَاتِ الْفِيزْيَائِيَّةِ وَالرِّيَاضِيَّةِ الَّتِي قَامَ بِهَا؛ إِذْ تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ النَّجْمَ الَّذِي تَتَرَاوَحُ كُتْلَتُهُ بَيْنَ (1.4 – 40) مَرَّةً مِنْ كُتْلَةِ الشَّمْسِ، تَظَلُّ عَمَلِيَّةُ

سَحْقِ الذَّرَّاتِ الْمَوْجُودَةِ فِيهِ، وَتَحْوِيلِهَا إِلَى غَازٍ خَامِدٍ، قَائِمَةً بِاسْتِمْرَارٍ بِسَبَبِ ضَخَامَةِ وَعُنْفِ جَاذِبِيَّةِ مَرْكَزِهِ، لِذَا فَإِنَّهُ يَتَحَوَّلُ إِلَى نَجْمٍ بِحَجْمِ الشَّمْسِ، ثُمَّ يُصْبِحُ أَصْغَرَ مِنْهَا، وَيَظَلُّ حَجْمُهُ يَصْغُرُ حَتَّى يُصْبِحَ قَزَماً بِحَجْمِ (عطارد)، ثُمَّ يَتَحَوَّلُ إِلَى نَجْمٍ بِحَجْمِ كُرَةِ الْقَدَمِ، ثُمَّ يُصْبِحُ بِحَجْمِ حَبَّةِ الْحُمُّصِ، ثُمَّ يُصْبِحُ نَجْماً فِي حَجْمِ الذَّرَّةِ لِيَنْقَلِبَ بَعْدَهَا إِلَى نَجْمٍ فِي حَجْمِ الإِلِكْتْرُونِ.

وَلَكِنَّ مُعْظَمَ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ لاَ يُشَاطِرُونَ (شاندرا سيخار) هَذَا الرَّأْيَ، وَلاَ يُقِرُّونَهُ عَلَيْهِ، وَإِنَّمَا يَرَوْنَ أَنَّ لَدَى مِثْلِ تِلْكَ النُّجُومِ الضَّخْمَةِ وَسَائِلَ تَحُولُ بَيْنَهَا وَبَيْنَ بُلُوغِ تِلْكَ النِّهَايَةِ. فَهِيَ تَتَخَلَّصُ مِنْ حَجْمِهَا الزَّائِدِ الَّذِي سَيُسَبِّبُ لَهَا هَذِهِ النِّهَايَةَ عَنْ طَرِيقِ قُوَّتِهَا النَّابِذَةِ الَّتِي تُسَاعِدُهَا فِي قَذْفِ تِلْكَ الزِّيَادَةِ عِنْدَ مُسْتَوَى خَطِّ اسْتِوَائِهَا، لِتَتَنَاثَرَ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا؛ وَعِنْدَهَا يَصْغُرُ حَجْمُهَا، فَتَتَوَقَّفُ عَمَلِيَّةُ سَحْقِ الذَّرَّاتِ فِيهَا قَبْلَ أَنْ يَتَقَلَّصَ حَجْمُهَا لِلدَّرَجَةِ الَّتِي ذَكَرْنَاهَا، وَإِنَّمَا يَتَرَاوَحُ حَجْمُهَا فِي النِّهَايَةِ بَيْنَ حَجْمِ الْكَوْكَبِ (أورانوس) وَالْكَوْكَبِ (عُطَارِد) فِي أَغْلَبِ الأَحْيَانِ.

النُّجُومُ الْمُتَفَجِّرَةُ

هِيَ نُجُومٌ قَدِيمَةٌ جِدّاً، لَمْ تَعُدْ تُطِيقُ أُسْلُوبَ حَيَاتِهَا الَّذِي انْتَهَتْ إِلَيْهِ، لِذَا تَنْزَعُ إِلَى تَغْيِيرِهِ بِسُرْعَةٍ وَعُنْفٍ، فَتَتَفَجَّرُ.

وَلِلنُّجُومِ الْمُتَفَجِّرَةِ أَرْبَعَةُ نَمَاذِجَ:

1) نُجُومٌ يَتَكَرَّرُ انْفِجَارُهَا فِي مَوَاعِيدَ مُنْتَظَمَةٍ، أَوْ شِبْهِ مُنْتَظَمَةٍ، إِذْ يَفْصِلُ بَيْنَ الانْفِجَارِ وَالانْفِجَارِ الَّذِي يَلِيهِ عِدَّةُ أَسَابِيعَ.

2) نُجُومٌ يَكُونُ انْفِجَارُهَا أَشَدَّ وَأَعْنَفَ مِن انْفِجَارِ نُجُومِ النَّمُوذَجِ الأَوَّلِ، وَلَكِنَّهُ لاَ يَحْدُثُ لَهَا إِلاَّ مَرَّةً وَاحِدَةً كُلَّ بِضْعِ سَنَوَاتٍ.

3) نُجُومٌ تُدْعَى (نوفا) **Nova**، أَيْ (الْجَدِيدَةُ)، وَهِيَ لاَ تَنْفَجِرُ فِي حَيَاتِهَا عَلَى الْغَالِبِ إِلاَّ مَرَّةً وَاحِدَةً؛ وَإِذَا مَا اتَّفَقَ لِبَعْضِهَا أَنِ انْفَجَرَ ثَانِيَةً، فَإِنَّ هَذَا لَنْ يَحْدُثَ قَبْلَ مُرُورِ بِضْعَةِ مَلاَيِينَ مِنَ السِّنِينِ.

4) نُجُومٌ تُدْعَى (سوبرنوفا) **Supernova**، أَيْ (مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ)، وَهِيَ نُجُومٌ لَهَا طَابَعُهَا الْخَاصُّ الْمُمَيَّزُ، إِذْ يَكُونُ انْفِجَارُهَا مُدَمِّراً وَمُرَوِّعاً، وَلاَ يَحْدُثُ إِلاَّ مَرَّةً وَاحِدَةً فِي حَيَاتِهَا.

وَفِي جَمِيعِ حَالاَتِ الانْفِجَارِ السَّابِقَةِ، تَقْذِفُ النُّجُومُ بِأَجْزَاءَ مِنْهَا فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ. وَكُلَّمَا كَانَ الانْفِجَارُ شَدِيداً، كَانَ قَذْفُ تِلْكَ الأَجْزَاءِ إِلَى مَدىً أَبْعَدَ.


سوبرنوفا عام 1987

الْمَرَاحِلُ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا انْفِجَارُ النَّجْمِ

مِنْ رَصْدِ إِشْعَاعَاتِ النُّجُومِ الْمُنْفَجِرَةِ الَّتِي تَنْدَرِجُ تَحْتَ أَحَدِ الأَنْوَاعِ الثَّلاَثَةِ الأُولَى الَّتِي أَشَرْنَا إِلَيْهَا، أَمْكَنَ التَّعَرُّفُ إِلَى الْمَرَاحِلِ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا النَّجْمُ قَبْلَ الانْفِجَارِ وَخِلاَلَهُ وَبَعْدَ انْتِهَائِهِ.

فَفِي السَّاعَاتِ الأُولَى الَّتِي تَسْبُقُ الانْفِجَارَ، يُلاَحَظُ أَنَّ سَطْحَ النَّجْمِ قَدْ بَدَأَ يَنْتَفِخُ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ تُقَدَّرُ بِـ (**4100**)كم فِي الثَّانِيَةِ الْوَاحِدَةِ، وَيَتَرَافَقُ ذَلِكَ الانْتِفَاخُ مَعَ ازْدِيَادٍ فِي بَرِيقِ النَّجْمِ لِدَرَجَةٍ تَفُوقُ الْوَصْفَ.

وَيَهْتَزُّ سَطْحُ النَّجْمِ بِعُنْفٍ، ثُمَّ لاَ يَلْبَثُ أَنْ يَتَمَزَّقَ مَعَ حُدُوثِ الانْفِجَارِ الَّذي يَقْذِفُ مَعَهُ مِنْ بَاطِنِ النَّجْمِ كُتَلاً مِنَ الشَّوَاظِ وَاللَّهَبِ وَكُرَاتٍ مُتَوَهِّجَةً مِنَ الغَازِ، تُؤَلِّفُ حَوْلَ النَّجْمِ غِلاَفاً كُرَوِيَّ الشَّكْلِ، ذَا كَثَافَةٍ مُرْتَفِعَةٍ، يُدْعَى (الْغِلاَفُ النَّجْمِيُّ). ثُمَّ لاَ يَلْبَثُ هَذَا الغِلاَفُ أَنْ يَتَمَدَّدَ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ، لِيُصْبِحَ قَلِيلَ الْكَثَافَةِ، حَيْثُ تُؤَلِّفُ الإِلِكْتِرونَاتُ مُعْظَمَ ذَرَّاتِهِ، وَلِيَتَوَهَّجَ كَأَنَّهُ هَالَةُ نُورٍ تَخْطَفُ الأَبْصَارَ بِبَرِيقِهَا.

وَقَدْ دَعَا الْعُلَمَاءُ هَذِهِ الْمَرْحَلَةَ الَّتِي يَكُونُ عَلَيْهَا الْغِلاَفُ النَّجْمِيُّ بِاسْمِ (الْحَالَةِ الطَّيْفِيَّةِ الْحَرَامِ لِلْغِلاَفِ النَّجْمِيِّ).

وَعِنْدَمَا يَتَوَقَّفُ النَّجْمُ عَنْ قَذْفِ مَوَادِّهِ حَوْلَهُ، يَتَحَوَّلُ ذَلِكَ الْغِلاَفُ إِلَى مَا يُشْبِهُ سَدِيماً لاَمِعاً، يَأْخُذُ بِالتَّبَدُّدِ، شَيْئاً فَشَيْئاً، حَتَّى يَنْكَشِفَ النَّجْمُ الَّذِي يَأْخُذُ بِالْعَوْدَةِ شَيْئاً فَشَيْئاً إِلَى بَرِيقِهِ الطَّبِيعِيِّ الَّذي كَانَ عَلَيْهِ قَبْلَ الانْفِجَارِ.

وَقَدْ يُخَيَّلُ لِلإِنْسَانِ أَنَّ هَذَا الانْفِجَارَ الْعَظِيمَ قَدْ دَمَّرَ النَّجْمَ بِكَامِلِهِ، أَوْ قَضَى عَلَى مُعْظَمِهِ، وَلَكِنَّ الْوَاقِعَ غَيْرُ ذَلِكَ؛ فَالنَّجْمُ يَعُودُ إِلَى مَا كَانَ عَلَيْهِ، وَكَأَنَّ كُلَّ مَا جَرَى لاَ يَعْدُو أَنْ يكون زَوْبَعَةً فِي فِنْجَانٍ (أَوْ جَعْجَعَةً بِلاَ طِحْنٍ). فَكُلُّ مَا اسْتَطَاعَ الانْفِجَارُ أَنْ يَقْذِفَ بِهِ مِنْ جُرْمِ النَّجْمِ لاَ يَزِيدُ عَلَى جُزْءٍ ضَئِيلٍ مِنْهُ، لاَ يُقَدِّمُ فِي وَضْعِهِ وَلاَ يُؤَخِّرُ.

انْفِجَارُ النُّجُومِ (السُّوبرنوفا)

هُوَ الانْفِجارُ الذي يحْدُثُ حينَ يُصبِحُ نجمٌ ميتٌ قُنبلةً نَوويَّةً حَراريَّةً طبيعيَّةً. ولا يقلُّ إثارةً عَنْ هذا التَّحوُّلِ الأخيرِ تاريخُ النَّجْمِ الميِّتِ الذي يَبدأُ حياتَهُ نجماً عادياً، أي كُرَةً مُستقرَّةً مُكوَّنَةً مِنْ غازٍ مَعْروضٍ لِلحَرارَةِ الناجمَةِ عن التَّفاعُلاتِ النوويَّةِ المستَقرَّةِ التي تَجري في قلبِهِ، والتي تحَوِّلُ الهيدروجينَ إلى هليوم وكربون وأوكسجين ونيون وعناصرَ أُخرى. وعِنْدَما يموتُ النَّجمُ، يلْتَحِمُ الرمادُ النَّوويُّ مكوِّناً جمرةً مُتوهجةً بِفعلِ الثَّقالَةِ لِتُصبِحَ جِسْماً بِحَجْمِ الأرْضِ كثافةً أكبَرَ من كثافَةِ المادَّةِ العادِيَّةِ ملايينَ المرَّات.

إنَّ مُعْظَمَ هذِهِ النُّجومُ التي هِيَ مِنْ نَوْعِ الأَقْزام البيضِ تبرُدُ وتذوي، ثُمَّ تموتُ وهي تَئِنُّ، بيدَ أنَّهُ إذا كانَ أحدُها يَدورُ في فلكِهِ قريباً مِنْ نَجمٍ فإنَّهُ يقضُمُ مادةً مِنْ رفيقِهِ القَريبِ ليُصْبحَ أكثَفَ فأكْثَف، إلى أنْ تَندلعَ فيهِ عواصِفُ ناريَّةٌ نوويَّةٌ حراريَّةٌ شَديدَةٌ. وتقومُ هذِهِ الجائحةُ النَّوويَّةُ بِنفْخِ هذا النَّجْمِ القزمِ، كما تَجْعلهُ يَقْذِفُ مادةً بِسُرْعَةِ (10000كم/ثا) تَقْريباً

ويَسْتَغْرِقُ توهُّجُ هَذِهِ الكُرةُ الناريَّةُ المُتمَدِّدةُ زُهاءَ ثَلاثةِ أسابيعَ لِتبلغَ سُطوعَها الأعْظَمَ، ثُمَّ يَخْبو هَذا السُّطوعُ خِلالَ أشْهُر.



لَمْ يكُنْ مُمْكِناً رسمُ مثلِ هذِهِ الصورَةِ بأيِّ درجَةٍ من الثِّقَةِ قبلَ عامِ 2003م، ذلِكَ أنَّهُ لَمْ يكُنْ ثمَّةَ مَنْ يَعرِفُ بالضَّبط ما يُحدِثُ دفقاتِ أشعَّةِ غاما - وهيَ ومضاتُ إشعاعٍ ذي طاقَةٍ عاليَةٍ يُضيءُ السَّماءُ مرَّتَيْنِ كلَّ يَوْم. ويَعْتقِدُ الفلكيُّونَ أنَّها آخِرَ مَظهرٍ لِلنُّجوم قبلَ انْهيارِها.

تَمُرُّ هَذِهِ النُّجُومُ أَثْنَاءَ انْفِجَارِهَا بِنَفْسِ الْمَرَاحِلِ الَّتِي مَرَّتْ بِهَا الأَنْوَاعُ الثَّلاَثَةُ السَّابِقَةُ مِنَ النُّجُومِ. إِلاَّ أَنَّ الْخَاتِمَةَ الَّتِي تَنْتَهِي إِلَيْهَا النُّجُومُ (مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ) تَخْتَلِفُ اخْتِلاَفاً كَبِيراً عَمَّا رَأَيْنَاهُ فِي النُّجُومِ الْمُتَفَجِّرَةِ السَّابِقَةِ، بِسَبَبِ اخْتِلاَفِ طَبِيعَةِ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ فِي مِثْلِ هَذِهِ النُّجُومِ قَبْلَ انْفِجَارِهَا.

فَفِي الأَنْوَاعِ السَّابِقَةِ، يَحْدُثُ الانْفِجَارُ أَثْنَاءَ عَمَلِيَّةِ تَحَوُّلِ (الْهيدروجين) إِلَى (هِليوم)؛ أَمَّا فِي النُّجُوم (مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ)، فَإِنَّ الانْفِجَارَ لاَ يَحْدُثُ إِلاَّ بَعْدَ سِلْسِلَةِ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَبْدَأُ بِتَحْوِيلِ (الْهيدروجين) إِلَى (هِليوم)، وَتَسْتَمِرُّ خِلاَلَ تَحْوِيلِ الذَّرَّاتِ الْخَفِيفَةِ لِغَازِ (الْهِليوم) إِلَى ذَرَّاتٍ أَثْقَلَ مِنْهُ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا، مِثْلُ (الْكربون) وَ(الأُوكسجين) وَ(النِّيون).

وَتُوَلِّدُ هَذِهِ التَّفَاعُلاَتُ الْمُتَوَالِيَةُ فِي بَاطِنِ النَّجْمِ قُوَّةً تَدْمِيرِيَّةً تَفُوقُ كُلَّ قِوَى التَّدْمِيرِ الَّتِي أَصَابَتِ النُّجُومَ السَّابِقَةَ؛ لِذَا نَجِدُ أَنَّ التَّأَلُّقَ الَّذِي يَبْلُغُهُ النَّجْمُ لَحْظَةَ الانْفِجَارِ يَزِيدُ عَلَى تَأَلُّقِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (**2500**) مِلْيُونِ مَرَّةٍ. كَمَا نَجِدُ أَنَّ مُعْظَمَ كُتْلَةِ النَّجْمِ تَتَطَايَرُ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِالنَّجْمِ عَلَى شَكْلِ كُرَاتٍ مُتَدَاخِلَةٍ مِنَ الْغَازَاتِ وَالدَّقَائِقِ الْكَوْنِيَّةِ الْمُلْتَهِبَةِ.

وَيَبْرُزُ فِي مَكَانِ النَّجْمِ الْمُنْفَجِرِ نَجْمٌ صَغِيرٌ لاَمِعٌ، إِنَّهُ النَّجْمُ الْمُدْعُوُ (النَّجْمُ مَا فَوْقَ الْجَدِيدِ) أَوْ (سوبرنوفا).

ثُمَّ يَتَحَوَّلُ هَذَا النَّجْمُ شَيْئاً فَشَيْئاً إِلَى نَجْمٍ صَغِيرٍ مُعْتِمٍ، ذِي كَثَافَةٍ هَائِلَةٍ تَفُوقُ التَّصَوُّرَ، يُدْعَى (الثَّقْبَ الأَسْوَدَ). وَسُرْعَةُ جَذْبِ هَذَا الثَّقْبِ تَفُوقُ سُرْعَةَ الضَّوْءِ؛ لِذَا فَهُوَ يَجْذِبُ جَمِيعَ الْغَازَاتِ الَّتِي خَلَّفَهَا النَّجْمُ الْمُنْفَجِرُ حَوْلَهُ، وَيَبْتَلِعُهَا، كَمَا يَجْذُبُ وَيَبْتَلِعُ كُلَّ مَا يَكُونُ قَرِيباً مِنْهُ مِنْ نُجُومٍ.

الْمُتَجَدِّدَاتُ الْكُبْرَى مِنَ النُّجُومِ

هُنَاكَ صِنْفٌ غَرِيبٌ وَنَادِرٌ مِنَ النُّجُومِ، تَفُوقُ كُتْلَتُهَا كُتْلَةَ الشَّمْسِ، وَلَكِنَّهَا، مُنْذُ وُجِدَتْ، بَطِيئَةُ الدَّوَرَانِ حَوْلَ نَفْسِهَا، وَلاَ تُغَيِّرُ سُرْعَتَهَا تِلْكَ طِيلَةَ حَيَاتِهَا.

وَهَذِهِ النُّجُومُ، بِرَغْمِ ضَخَامَتِهَا، تَتَعَرَّضُ لاِنْفِجَارَاتٍ نَوَوِيَّةٍ لاَ تَبْلُغُ دِثَارَهَا الْمُؤَلَّفَ مِنَ (الْهيدروجين)، وَإِنَّمَا يَظَلُّ أَثَرُ الانْفِجَارِ مُقْتَصِراً عَلَى الْمَكَانِ الَّذِي حَدَثَ فِيهِ، مَحْبُوساً عِنْدَهُ، أَيْ فِي نَوَاةِ النَّجْمِ وَفِي طَبَقَةِ الْحِمْلاَنِ مِنْهُ.

فَالانْفِجَارَاتُ النَّوَوِيَّةُ الَّتِي تُحَوِّلُ (الْهيدروجين) إِلَى (هِليوم)، وَ(الْهِليوم) إِلَى (كربون) وَ(أوكسجين) وَ(نيون)، وَالَّتِي تُحَوِّلُ هَذِهِ الْعَنَاصِرَ أَيْضاً إِلَى (مَغْنيسيوم) وَ(كِبْريت) وَ(سيليس) وَ(حَدِيدٍ) وَ(أَلْمنيوم)، لاَ تَعْمَلُ عَلَى دَمْجِ هَذِهِ الْعَنَاصِرِ مَعَ بَعْضِهَا، وَإِنَّمَا يُشَكِّلُ كُلُّ وَاحِدٍ مِنْهَا، بَعْدَ حُدُوثِهِ، طَبَقَةً مُنْفَصِلَةً عَنِ الَّتِي تَلِيهَا، وَيَأْخُذُ كُلُّ عُنْصُرٍ مِنْهَا الطَّبَقَةَ الَّتِي تَتَنَاسَبُ مَعَ كَثَافَتِهِ؛ حَيْثُ يُشَكِّلُ (الْهيدروجين) أَعْلَى طَبَقَةٍ بَيْنَمَا يُشَكِّلُ (الْحَدِيدُ) أَعْمَقَ طَبَقَةٍ، إِذْ يَتَمَرْكَزُ عِنْدَ مَرْكَزِ النَّجْمِ مُشَكِّلاً قَلْبَ النَّوَاةِ، وَبَيْنَهُمَا بَقِيَّةُ الْغَازَاتِ مُرَتَّبَةً حَسْبَ كَثَافَتِهَا. وَتَكُونُ هَذِهِ التَّفَاعُلاَتُ الَّتِي تَمَّتْ دَاخِلَ النَّجْمِ قَدْ رَفَعَتْ حَرَارَةَ بَاطِنِ النَّجْمِ إِلَى حَوَالَيْ (**2000**) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، مِمَّا يَجْعَلُ النَّجْمَ يَقْذِفُ بِسَيْلٍ هَائِلٍ مِنْ نيوتروناتِهِ إِلَى الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ.

وَبِسَبَبِ نُقْصَانِ (النيوترونات) مِنْ جُرْمِ النَّجْمِ، نَرَاهُ يَنْكَمِشُ عَلَى نَفْسِهِ؛ وَيُؤَدِّي هَذَا الانْكِمَاشُ، خِلاَلَ أَسَابِيعَ فَقَطْ، إِلَى حُدُوثِ ضَغْطٍ مُخِيفٍ فِي بَاطِنِ النَّجْمِ، وَحَيْثُ يَتَرَكَّزُ عَلَى نَوَاتِهِ، مِمَّا يَرْفَعُ دَرَجَةَ حَرَارَةِ بَاطِنِ النَّجْمِ إِلَى (**4000 – 6000**) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، ثُمَّ تَقْفِزُ الْحَرَارَةُ بَعْدَ فَتْرَةٍ إِلَى (**7000**) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ.

وَعِنْدَ هَذَا الْحَدِّ، يَحْدُثُ تَفَاعُلٌ نَوَوِيٌّ يُحَوِّلُ الذَّرَّاتِ الثَّقِيلَةَ فِي النَّجْمِ إِلَى ذَرَّاتٍ خَفِيفَةٍ. وَهَذَا التَّفَاعُلُ يُسَاعِدُ النَّجْمَ، عِنْدَهَا، عَلَى اسْتِعَادَةِ كُلِّ الطَّاقَةِ، الَّتِي كَانَ قَدْ بَدَّدَهَا خِلاَلَ مَلاَيِينِ السِّنِينَ، مِنَ الْكَوْنِ الْمُحِيطِ بِهِ، وَبِشَكْلٍ سَرِيعٍ وَمُفَاجِئٍ، مِمَّا يَجْعَلُ طَبَقَاتِهُ تَنْدَفِعُ بِسُرْعَةٍ خَاطِفَةٍ نَحْوَ مَرْكَزِهِ، كَمَا يَحْدُثُ فِي كُرَةٍ مَطَّاطِيَّةٍ رَقِيقَةٍ عِنْدَمَا تُثْقَبُ، وَهِيَ فِي أَقْصَى حَالاَتِ انْتِفَاخِهَا، بِثَقْبٍ كَبِيرٍ مُفَاجِئٍ.

وَعِنْدَهَا تَتَدَاخَلُ جَمِيعُ الْعَنَاصِرِ الْمُكَوِّنَةِ لِلنَّجْمِ مَعَ

بَعْضِهَا لِلَحظَاتٍ قَصِيرَةٍ، ثُمَّ لاَ تَلْبَثُ أَنْ تُحدِثَ رَدَّةَ فِعْلٍ مُرِيعَةً وَخَاطِفَةً، تُشَارِكُ فِيهَا كُلُّ الطَّاقَاتِ النَّوَوِيَّةُ الْقَائِمَةُ فِي بَاطِنِ هَذَا النَّجْمِ؛ وَهُنَا يَحْدُثُ فِي الْقِسْمِ الْخَارِجِيِّ مِنَ النَّجْمِ انْفِجَارٌ مُرَوِّعٌ، يَصْعُبُ تَقْدِيرُ طَاقَتِهِ بِالأَرْقَامِ، يَحْمِلُ مَعَهُ كُلَّ الْقِسْمَ الْخَارِجِيَّ، الَّذِي يُشَكِّلُ دِثَارَ النَّجْمِ، إِلَى الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِذَلِكَ النَّجْمِ، مُحَوِّلاً الدِّثَارَ إِلَى سَدِيمٍ يَأْخُذُ بِالتَّمَدُّدِ بِسُرْعَةِ (4.5) مَلاَيِينِ كم فِي السَّاعَةِ الْوَاحِدَةِ، مُرْسِلاً شَارَاتٍ لاَسِلْكِيَّةً قَوِيَّةً تَسْتَطِيعُ أَنْ تَبْلُغَ مَرَاصِدَنَا، بَعْدَ قَطْعِهَا مَلاَيِينِ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةِ. أَمَّا بَاطِنُ النَّجْمِ فَيَتَحَوَّلُ إِلَى نَجْمٍ أَزْرَقَ، يُنِيرُ قَلْبَ ذَلِكَ السَّدِيمِ، الْمُحِيطِ بِهِ، بِبَرِيقٍ يَفُوقُ بَرِيقَ الشَّمْسِ بِحَوَالَيْ (8000) مَرَّةٍ. وَمَعَ الزَّمَنِ، يَتَحَوَّلُ ذَلِكَ النَّجْمُ الأَزْرَقُ إِلَى قَزَمٍ أَبْيَضَ، لِتَنْتَهِيَ حَيَاتُهُ، فِيمَا بَعْدُ، كَمَا تَنْتَهِي حَيَاةُ أَشْبَاهِهِ مِنَ الأَقْزَامِ.

وَيَأْتِي الصِّينِيُّونَ فِي طَلِيعَةِ شُعُوبِ الْعَالَمِ مِنْ حَيْثُ اهْتِمَامُهُمْ بِمُلاَحَظَةِ النُّجُومِ الْمُتَفَجِّرَةِ، وَتَسْجِيلُ الأَحْدَاثِ الَّتِي كَانَتْ تُرَافِقُ كُلَّ انْفِجَارٍ نَجْمِيٍّ مِنَ الانْفِجَارَاتِ الَّتِي وَقَعَتْ أَعْيُنُهُمْ عَلَيْهَا وَتَابَعُوهَا. وَدَعَوْا مِثْلَ تِلْكَ النُّجُومِ بِاسْمِ (النُّجُومِ الزَّائِرَةِ)؛ إِذْ كَانَتِ الْفَتْرَةُ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَ ظُهُورِهَا مُتَأَلِّقَةً وَبَيْنَ اخْتِفَاءِ نُورِهَا عَنْ أَبْصَارِهِمْ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ أَسَابِيعَ وَسِنِينَ، وَلأَنَّهُمْ لَمْ يَكُونُوا يَعْرِفُونَ سِرَّ تَوَهُّجِ تِلْكَ النُّجُومِ ثُمَّ انْطِفَائِهَا، وَاعْتَقَدُوا أَنَّهَا نُجُومٌ كَانَتْ تَقُومُ بِجَوْلَةٍ عَابِرَةٍ فِي السَّمَاءِ، وَأَنَّهَا حِينَ كَانَتْ تُقْبِلُ نَحْوَهُمْ زَائِرَةً، يَزْدَادُ تَوَهُّجُهَا وَبَرِيقُهَا، وَأَنَّهَا حِينَ تُدْبِرُ عَنْهُمْ، يَتَضَاءَلُ ذَلِكَ التَّوَهُّجُ وَالْبَرِيقُ، شَيْئاً فَشَيْئاً، حَتَّى تَخْرُجَ عَنْ مَدَى رُؤْيَتِهِمْ لَهَا.

وَمِنْ أَقْدَمِ مَا وَصَلَ إِلَى أَيْدِينَا، مِمَّا سَجَّلُوهُ عَنْ تِلْكَ النُّجُومِ، وَصْفُهُمْ لِلنَّجْمِ الَّذِي رَأَوْهُ فِي كَوْكَبَةِ (قنطورس)، وَكَيْفَ أَنَّهُ كَانَ مِنْ أَكْثَرِ أَجْرَامِ السَّمَاءِ لَمَعَاناً بَعْدَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ، إِلاَّ أَنَّ نُورَهُ أَخَذَ يَضْعُفُ شَيْئاً فَشَيْئاً حَتَّى اخْتَفَى عَنْ أَعْيُنِهِمْ بَعْدَ عِدَّةِ أَسَابِيعَ، وَكَانَ ذَلِكَ عَامَ 183م.

كَمَا يَذْكُرُونَ أَنَّهُ فِي عَامِ 293م، لاَحَظُوا فِي كَوْكَبَةِ (بُرْجِ الْعَقْرَبِ) نَجْماً أَخَذَ يَتَأَلَّقُ ثُمَّ لَمْ يَلْبَثْ أَنْ أَخَذَ بَرِيقُهُ يَضْعُفُ بَعْدَ مُرُورِ عِدَّةِ أَسَابِيعَ، إِلَى أَنِ اخْتَفَى عَنْ أَبْصَارِهِمْ بَعْدَ ثَمَانِيَةِ أَشْهُرٍ؛ كَمَا وَرَدَ فِي مُلاَحَظَتِهِمْ أَنَّ لَمَعَانَهُ كَانَ أَضْعَفَ مِنْ لَمَعَانٍ سَابِقِهِ. كَمَا وَرَدَ فِي تَسْجِيلاَتِهِمْ أَنَّهُ فِي عَامِ 1006م، لاَحَظُوا تَأَلُّقَ نَجْمٍ فِي كَوْكَبَةِ (الذِّئْبِ)؛ وَقَدْ دَامَ تَأَلُّقُهُ لِفَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ.

وَقَدْ سَجَّلَ نَفْسَ الْمُلاَحَظَةِ، وَفِي ذَاتِ السَّنَةِ، فَلَكِيُّو مِصْرَ وَإِيطَاليا وَسويسرا. كَمَا سَجَّلُوا لَنَا فِي عَامِ 1054م، رُؤْيَتَهُمْ لِنَجْمٍ كَانَ يَتَأَلَّقُ بِشِدَّةٍ فِي كَوْكَبَةِ (بُرْجِ الثَّوْرِ)، حَتَّى إِنَّ لَمَعَانَهُ فَاقَ لَمَعَانَ كَوْكَبِ (الزُّهْرَةِ) بِعِدَّةِ مَرَّاتٍ، الأَمْرُ الَّذِي كَانَ يَسْمَحُ لِلنَّاسِ بِرُؤْيَتِهِ فِي وَضَحِ النَّهَارِ، كَمَا كَانُوا يَرَوْنَ فِي اللَّيْلِ السَّدِيمَ الْمُحِيطَ بِهِ، وَالَّذِي كَانَ يَسْتَضِيءُ بِنُورِ ذَلِكَ النَّجْمِ. وَقَدْ ظَلَّ النَّاسُ يَرَوْنَهُ، وَهُوَ عَلَى تِلْكَ الدَّرَجَةِ مِنَ اللَّمَعَانِ، لِمُدَّةِ ثَلاَثَةِ أَسَابِيعَ، حَيْثُ ضَعُفَ بَرِيقُهُ بَعْدَ ذَلِكَ، إِنَّمَا ظَلَّ يُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ لَيْلاً لِمُدَّةِ عَامَيْنِ. وَعُلَمَاءُ الْفَلَكِ، الْيَوْمَ، لاَ زَالُوا يَرَوْنَهُ بِمَرَاقِبِهِمْ عَلَى شَكْلِ نَجْمٍ أَزْرَقَ، يُحِيطُ بِهِ سَدِيمٌ غَازِيٌّ كَثِيفٌ مُتَلَبِّدٌ، يَتَمَدَّدُ بِسُرْعَةِ (4.5) مَلاَيِينِ كم فِي السَّاعَةِ، وَقَدْ دَعَوْا ذَلِكَ السَّدِيمَ بِاسْمِ (سَدِيمِ الْكَبوريا).

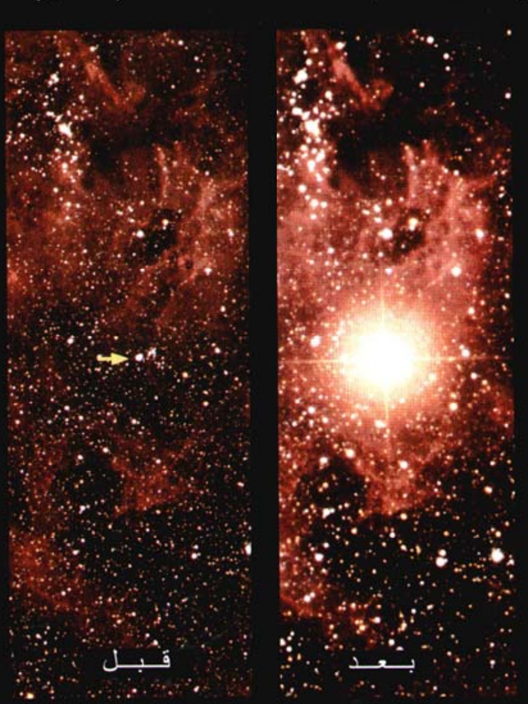
وَفِي عَامِ 1181م، سَجَّلَ الصِّينِيُّونَ وَالْيَابَانِيُّونَ رُؤْيَتَهُمْ لِنَجْمٍ تَأَلَّقَ فِي كَوْكَبَةِ (ذَاتِ الْكُرْسِيِّ)؛ وَقَدْ دَامَ تَأَلُّقُهُ فَتْرَةً ثُمَّ اخْتَفَى عَنْ أَبْصَارِهِمْ بَعْدَهَا.

وَفِي عَامِ 1572م، تَمَكَّنَ الْفَلَكِيُّونَ مِنْ رَصْدِ نَجْمٍ مُتَفَجِّرٍ. كَمَا تَمَكَّنُوا فِي عَامِ 1604م، مِنْ رَصْدِ نَجْمٍ مُتَفَجِّرٍ آخَرَ، وَكَانَ هَذِهِ الْمَرَّةَ أَحَدَ نُجُومِ مَجَرَّتِنَا.

وَقَدْ تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ، فِيمَا بَعْدُ، مِنْ رَصْدِ (سَدِيمِ

السَّرَطَانِ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (6000) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ عَنَّا، فَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ سَدِيمٌ مُمَزَّقٌ، يَتَمَدَّدُ بِسُرْعَةِ (13000)كم فِي الثَّانِيَةِ، مُصْدِراً نَبَضَاتٍ رَادْيَوِيَّةٍ شَدِيدَةٍ؛ وَأَنَّهُ بَقَايَا النَّجْمِ الَّذِي رَأَى الصِّينِيُّونَ انْفِجَارَهُ عَامَ 1054م؛ وَأَنَّهُ لَيْسَ مِنْ نَوْعِ النُّجُومِ الْجَدِيدَةِ، وَإِنَّمَا كَانَ مِنْ نَوْعِ النُّجُومِ الْمُتَفَجِّرَةِ مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ (سوبرنوفا)، مَثَلُهُ فِي ذَلِكَ مَثَلُ النُّجُومِ الَّتِي شُوهِدَ انْفِجَارُهَا فِي أَعْوَامِ 1006م، 1572م، و1604م.

وَفِي شَهْرِ شُبَاطَ مِنْ عَامِ 1987م، شَاهَدَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ بِمَرَاقِبِهِمْ انْفِجَارَ نَجْمٍ فِي الْمَجَرَّةِ الْمُسَمَّاةُ (سَحَابَةُ مَاجِلاَّنَ الْكُبْرَى) الَّتِي تَقَعُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ، مُقَابِلَ مَجَرَّتِنَا، وَأَقْرَبُهَا إِلَيْنَا، وَالَّتِي تَبْعُدُ عَنَّا مِقْدَارَ (000 . 170) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ مَا رَآهُ الْعُلَمَاءُ هُوَ الْحَدَثُ الَّذِي وَقَعَ فِي هَذِهِ الْمَجَرَّةِ مُنْذُ (000 . 170) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.



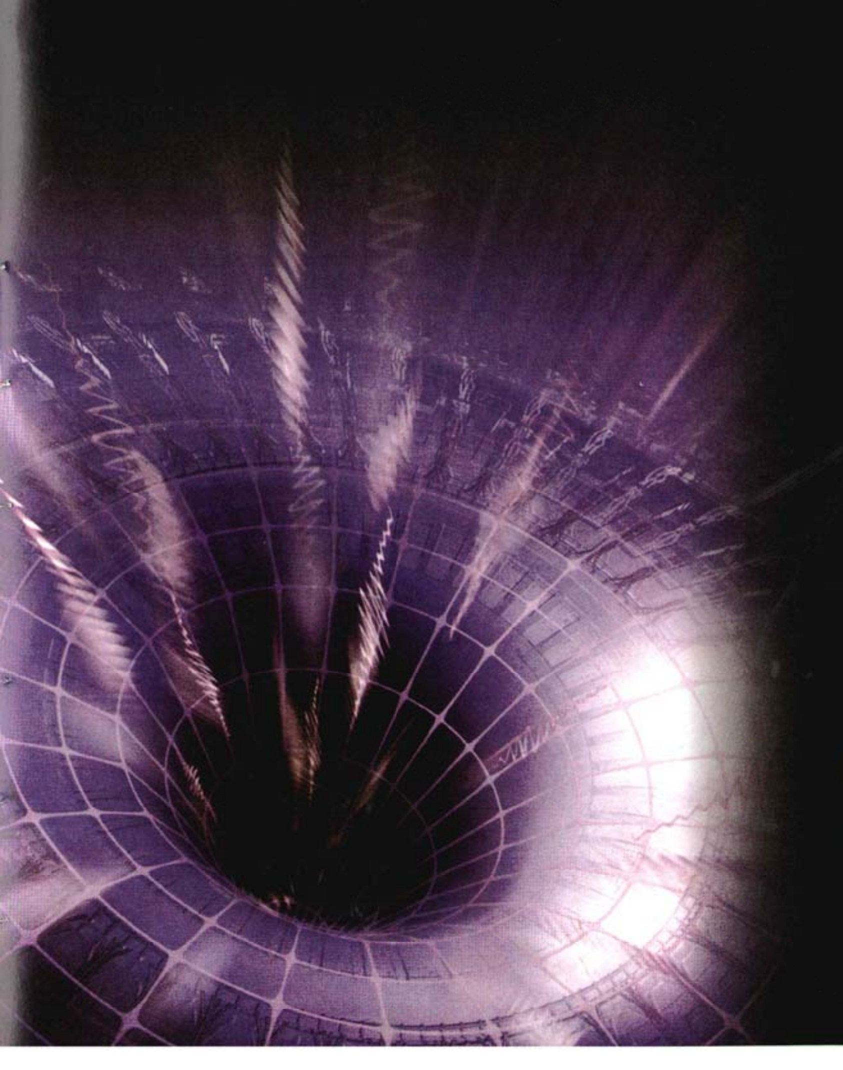
هرمُ نجمٍ وَموتِه المَصْحوبِ بالسُّطوعِ يُريان في صورتين لِلبُقعةِ ذاتها من غَيْمةِ ماجِلاّن الكَبيرَةِ، تفصلُ بينهُما شهورٌ قليلَةٌ. إنَّ النَّجْمَ السَّلفَ (قَبْل) وهُوَ عمْلاقٌ أزرَقُ ضَخْمٌ اسمُهُ (Sanduleak- 202) كان أشَدّ سُطوعاً مِنَ الشَّمْسِ بـ (80000 مرة)، وقدْ وصَلَ هذا المستعمر في أيّامِ سُطوعِهِ العُظْمى (في أيار 1987 م) إلى 200 مليون مرة من سُطوعِ الشَّمْسِ(بَعْد).

الثُّقُوبُ السَّوْدَاءُ

هِيَ نُجُومٌ قَزَمَةٌ خَلَّفَتْهَا النُّجُومُ الْمُتَفَجِّرَةُ مِنْ نَوْعِ مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ (السُّوبرنوفا)؛ وَلَكِنَّ شِدَّةَ الانْفِجَارِ حَوَّلَتْ ذَلِكَ الْقَزَمَ إِلَى جُرْمٍ دَقِيقِ الْحَجْمِ، مَسْحُوقِ الذَّرَّاتِ، هَائِلِ الْكَثَافَةِ، أَسْوَدَ اللَّوْنِ، تَفُوقُ سُرْعَةُ جَذْبِهِ لِلأَجْرَامِ الْمُحِيطَةِ بِهِ سُرْعَةَ الضَّوْءِ، لِذَا فَإِنَّ الضَّوْءَ لاَ يُفْلِتُ مِنْ قَبْضَةِ يَدِهِ، وَهَذَا سِرُّ سَوَادِهِ.

وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ جَمِيعَ الأَجْرَامِ الَّتِي يَجْذِبُهَا إِلَيْهِ، مِنْ نُجُومٍ قَرِيبَةٍ مِنْهُ وَغَيْرِهَا، تَنْسَحِقُ ذَرَّاتُهَا فَوْرَ وُصُولِهَا إِلَيْهِ، وَانْدِمَاجِهَا فِيهِ، دُونَ أَنْ تُخَلِّفَ أَثَراً فِي حَجْمِهِ أَوْ شَكْلِهِ.

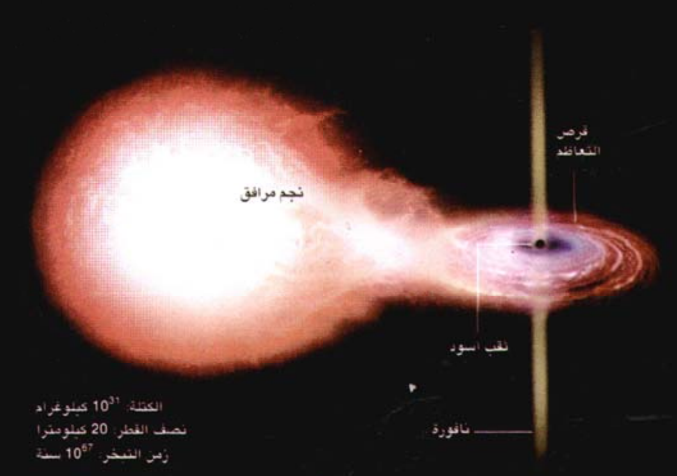
وَيَحْدُثُ فِي النُّجُومِ التَّوَائِمِ أَنْ يَنْفَجِرَ النَّجْمُ الْقَزَمُ، مُتَحَوِّلاً إِلَى ثَقْبٍ أَسْوَدَ **Black hole**؛ وَعِنْدَهَا يَنْجَذِبُ التَّوْءَمُ الْكَبِيرُ أَوِ الْعِمْلاَقُ، بِأَسْرَعَ مِنَ الضَّوْءِ، نَحْوَ ذَلِكَ الثَّقْبِ، لِيَتَلاَشَى فِيهِ بَعْدَ سَحْقِهِ.





الكتلة: 10^{-23} كيلوغرام
نصف القطر: 10^{-19} متر
زمن التبخر: 10^{-26} ثانية

لِلثُّقوبِ السَّوْداء الميكرويّة كُتَلٌ تصِلُ كُتلةَ كويكبٍ كبيرٍ، ويُمكِنُ أن تكونَ هذِهِ الثقوبُ قدْ تولَّدت مِن انْهيارِ المادّةِ بُعيدَ الضَّرْبةِ الكُبْرى. كما يُمكِنُ أن تَنشأ عن تَصادُمِ جُسيْماتٍ ذاتِ طاقةٍ عاليةٍ في كونِنا الحاليّ، وذلكَ إذا كانَ للفضاءِ أبعادٌ إضافيَّةٌ. وبدلاً من أن تبلُغَ المادَّة، فإنَّها تُصدرُ إشعاعاً وتَتَفكَّكُ بِسُرْعَة.



الكتلة: 10^{31} كيلوغرام
نصف القطر: 20 كيلومترا
زمن التبخر: 10^{67} سنة

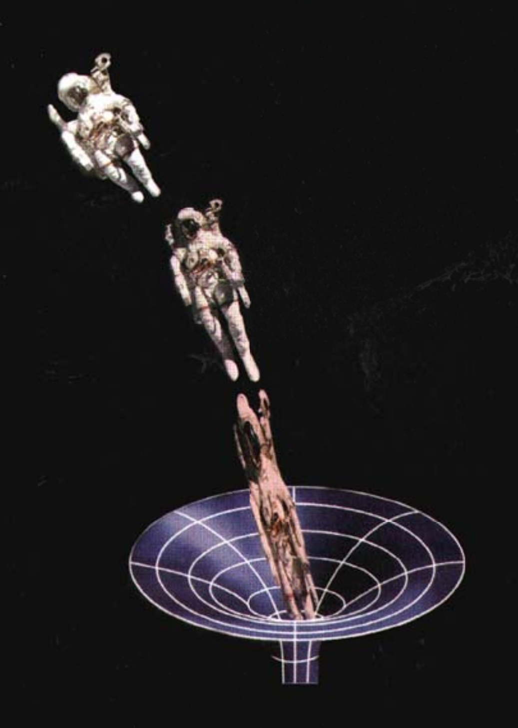
يُنظرُ إلى الثُّقوبِ السَّوْداءَ في فيزْياءِ النُّجومِ على أنَّها أجْسامٌ كبيرَةٌ انْهارَتْ تحْتَ تأثيرِ ثِقلِها الذاتيِّ. وعِندما تسقُطُ المادَّةُ في هذهِ الثُّقوبِ، فإنَّها تعملُ وكأنَّها معامِلُ مائيَّةٌ كَهربائيَّةٌ كوْنيَّةٌ، مُطلقةً طاقةً كامنَةً تثاقُليَّةً، تُمثِّلُ مصْدَرَ الطاقَةِ الوحيدَ الذي يُمكِنُهُ تَفسيرَ نافوراتِ الأشعَّةِ السينيَّةِ والغازاتِ التي يَراها الفَلكيُّونَ مُعلقةً في المنْظوماتِ السَّماويَّةِ على غِرارِ المنْظومةِ الثُّنائيَّةِ المعْروضةِ هُنا.

وَبَيْنَما لاَ يَزِيدُ بَعْضُ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ عَلَى هَذَا الْقَوْلِ شَيْئاً، يَرَى غَيْرُهُمْ أَنَّ هَذَا الثَّقْبَ الأَسْوَدَ مَا هُوَ إلاَّ أُنْبُوبٌ دَقِيقٌ مُعْتِمٌ، تَحَوَّلَ إلَيْهِ النَّجْمُ الْقَزَمُ؛ وَبِدَايَةُ ذَلِكَ الأُنْبُوبِ هُوَ الثَّقْبُ الأَسْوَدُ الَّذِي نَرَاهُ بِالْمَرَاقِبِ، أَمَّا نِهَايَتُهُ فَمَفْتُوحَةٌ عَلَى جِهَةٍ أُخْرَى مِنَ الْكَوْنِ عَلَى شَكْلِ ثَقْبٍ أَبْيَضَ. وَأَنَّ الأَجْسَامَ الَّتِي تَنْسَحِقُ وَتُظْلِمُ حِينَ دُخُولِهَا ذَلِكَ الثَّقْبَ الأَسْوَدَ، تَخْرُجُ مِنْ طَرَفِهِ الثَّانِي، حَيْثُ الثَّقْبُ الأَبْيَضُ، وَقَدِ اسْتَعَادَتْ كِيَانَهَا وَنُورَهَا مِنْ جَدِيدٍ.

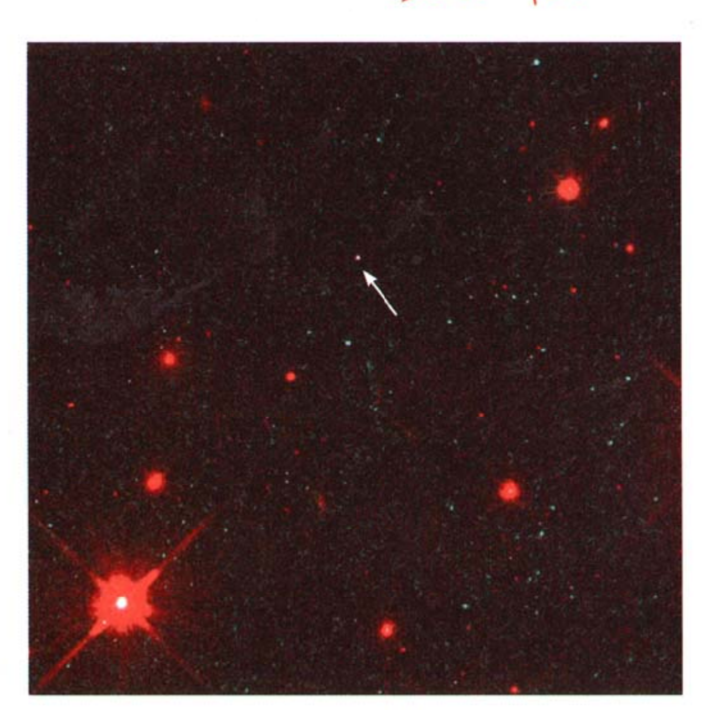
وَعَلَى هَذَا الأساسِ، يُمْكِنُ تَشْبِيهُ الثَّقْبِ الأَسْوَدِ بِبَرْزَخٍ تَنْتَقِلُ فِيهِ الأَجْرَامُ بَيْنَ عَالَمَيْنِ: عَالَمٍ تَدْخُلُهُ مَسْحُوقَةً مَيْتَةً مُظْلِمَةً، لِتَخْرُجَ بَعْدَ مُرُورِهَا فِيهِ إِلَى الْعَالَمِ الآخَرِ مُشْرِقَةً بِالْبَهْجَةِ وَالنُّورِ.

ماذا يَحدثُ لَوْ سَقَطَ رائدُ الفَضاءِ في ثُقبٍ أسْوَد؟

إنَّ مَصيرهُ يَتوقَّفُ عَلى النَّظريةِ التي تَحكمُ الثُّقبَ، فَطبقاً لِنظريَّةِ النِسبيَّةِ العامَّةِ، سَيَشعرُ بانْعِدامِ الوَزْنِ خِلاَلَ رِحلتهِ حَتَّى عِنْدما يَدخل حُدودَ الثقْب وَيَخترقهُ. كُل شَيْء مَوْجود حولَهُ مُباشَرةً سَيَسقُط مُباشرَة داخِلِ الثقْبِ أيْضاً، وَمنْ ثُمَّ لا يوجَدُ سَببٌ يَجعلهُ يَشكُّ في غَرابَةِ أيِّ شَيء.



النُّجُومُ النِّيوترونِيَّةُ

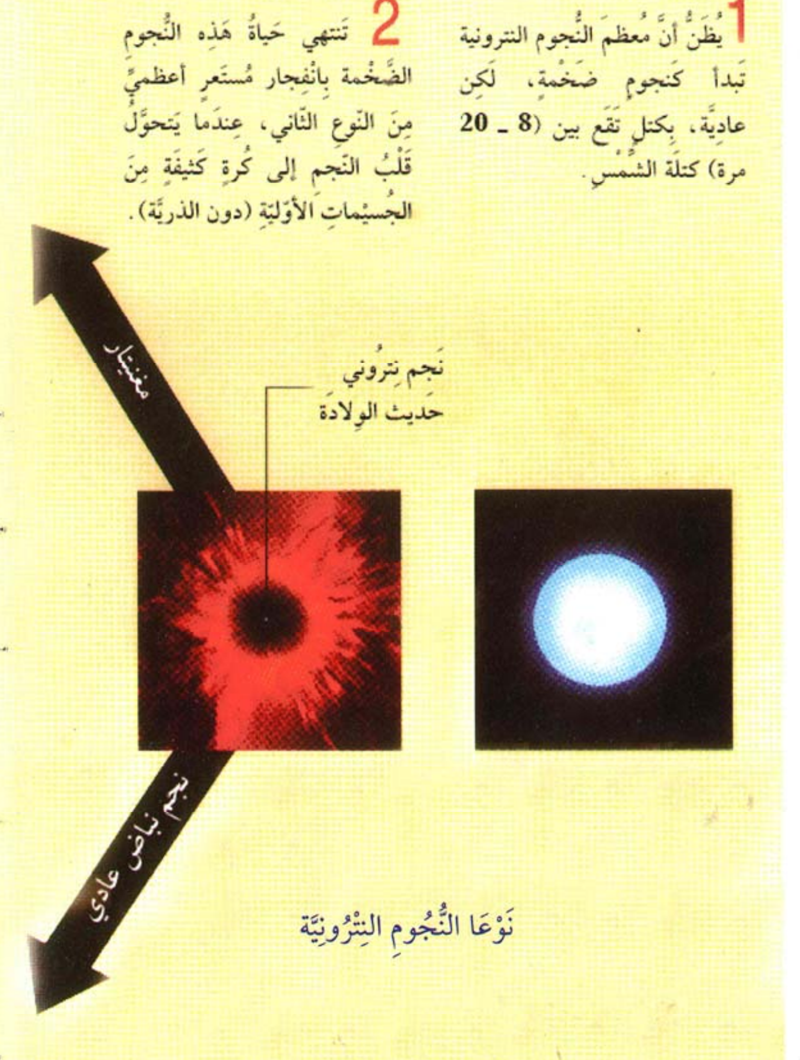


صُورَةُ أَوَّلِ نَجْمٍ نِتْرُونِيّ

وَهِيَ نُجُومٌ تُخَلِّفُهَا مِنْ بَعْدِهَا النُّجُومُ الَّتِي دَعَوْنَاهَا بِـ (الْمُتَجَدِّدَاتِ الْكُبْرَى) حِينَ تُؤَدِّي التَّفَاعُلاَتُ النَّوَوِيَّةُ، مَعَ ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ فِي بَاطِنِهَا حَتَّى (2000) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، إِلَى دَمْجِ (إلكترونَاتِ) ذَلِكَ النَّجْمِ (بِبْروتُوناتِهِ)، لِيَنْشَأَ عَنْ ذَلِكَ سَيْلٌ ضَخْمٌ مِنَ (النِّيوتروناتِ) تَفِيضُ عَنِ اسْتِيعَابِهِ، فَيَدْفَعُ بِجُزْءٍ كَبِيرٍ مِنْهَا فِي الْكَوْنِ الْمُحِيطِ بِهِ عَلَى شَكْلِ طَاقَةٍ جَيَّاشَةٍ.

وَعِنْدَمَا تَصِلُ حَرَارَةُ بَاطِنِ النَّجْمِ إِلَى (7000) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، نَجِدُ أَنَّ جَمِيعَ الْعَنَاصِرِ الثَّقِيلَةِ الْمُتَبَقِّيَةِ فِي النَّجْمِ تَتَعَرَّضُ لِتَفَاعُلٍ نَوَوِيٍّ يُحَوِّلُهَا إِلَى عَنَاصِرَ خَفِيفَةٍ جِدّاً، فَيُضْطَرُّ النَّجْمُ عِنْدَهَا إِلَى الانْكِمَاشِ بِشِدَّةٍ، وَإِلَى اسْتِعَادَةِ كُلِّ الطَّاقَةِ الَّتِي أَطْلَقَهَا حَوْلَهُ فِي الْكَوْنِ عَلَى شَكْلِ (نِيوترونَاتٍ) خِلاَلَ مَلاَيِينِ السِّنِينَ.

وَتُؤَدِّي عَوْدَةُ (النّيوترونَاتِ) إِلَى النَّجْمِ بِشَكْلٍ خَاطِفٍ، وَهَدَّارٍ، وَمُفَاجِئٍ، إِلَى دَفْعِ طَبَقَاتِ النَّجْمِ نَحْوَ مَرْكَزِهِ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ كَمَا يَحْدُثُ فِي كُرَةٍ مَطَّاطِيَّةٍ رَقِيقَةٍ عِنْدَمَا تُثْقَبُ بِثَقْبٍ كَبِيرٍ وَهِيَ فِي أَقْصَى حَالاَتِ انْتِفَاخِهَا. وَبِلَحْظَةٍ قَصِيرَةٍ، نَجِدُ أَنَّ جَمِيعَ الْعَنَاصِرِ الْمُرَكَّبَةِ لِلنَّجْمِ قَدْ تَدَاخَلَتْ مَعَ بَعْضِهَا، ضَاغِطَةً ضَغْطاً هَائِلاً عَلَى نَوَاتِهِ؛ وَعِنْدَهَا تَحْدُثُ رَدَّةُ فِعْلٍ مُرِيعَةٌ خَاطِفَةٌ، تُشَارِكُ فِيهَا كُلُّ الطَّاقَاتِ النَّوَوِيَّةِ الْقَائِمَةِ فِي بَاطِنِ النَّجْمِ، يَنْتُجُ عَنْهَا انْفِجَارٌ مُرَوِّعٌ، مِنَ الصَّعْبِ أَنْ تُحَدَّدَ طَاقَتُهُ بِالأَرْقَامِ، يُمَزِّقُ الْغِلاَفَ الْخَارِجِيَّ لِلنَّجْمِ، مُلْقِياً بِهِ فِي الْفَضَاءِ عَلَى شَكْلِ سَدِيمٍ يَأْخُذُ بِالتَّمَدُّدِ بِسُرْعَةِ (4.5) مَلاَيِينِ كم فِي السَّاعَةِ الْوَاحِدَةِ حَوْلَ النَّجْمِ الأَزْرَقِ السَّاطِعِ الَّذِي



نَوْعا النُّجُومِ النِتْرُونِيَّة

يَكُونُ قَدْ نَتجَ عَنْ عَمَلِيَّةِ الْمَخَاضِ هَذِهِ، وَالَّذِي حَمَتْهُ كَثَافَتُهُ الشَّدِيدَةُ مِنْ أَنْ يَنْفَجِرَ هُوَ الآخَرُ وَتَتَطَايَرُ شَظَايَاهُ.

وَلَمَّا كَانَ مُجْمَلُ كُتْلَةِ هَذَا النَّجْمِ مُؤَلَّفَةً مِنَ (النَّيوترونَاتِ)، فَقَدْ دُعِيَ، هُوَ وَأَمْثَالُهُ، (النُّجُومُ النَّيوترونِيَّةُ) **Neutron stars**.

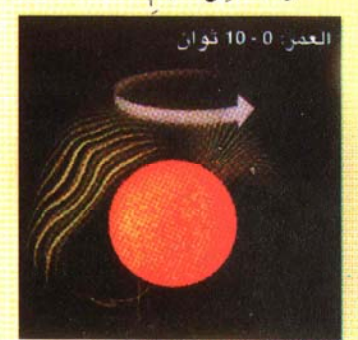
وَتَتَّصِفُ هَذِهِ النُّجُومُ بِدَوَرَانِهَا السَّرِيعِ حَوْلَ مِحْوَرِهَا، وَبِأَنَّ سُطُوعَهَا فَائِقٌ لِلْغَايَةِ، لِدَرَجَةِ أَنَّهَا تُنِيرُ كُلَّ السَّدِيمِ الْمُنْتَشِرِ حَوْلَهَا بِأَلْوَانٍ زَاهِيَةٍ مُزَرْكَشَةٍ؛ كَمَا تَبْعَثُ فِي كُلِّ ثَانِيَةٍ بِنَبَضَاتٍ قَوِيَّةٍ، تَسْتَقْبِلُهَا الْمَرَاصِدُ الأَرْضِيَّةُ الرَّادْيَوِيَّةُ بِوُضُوحٍ. وَهَذَا مَا دَعَا الْعُلَمَاءَ لِتَسْمِيَتِهَا بِـ (النُّجُومَ النَّابِضَة) **Pulsars** أَيْضاً.

الْمُتَجَدِّدَاتُ (النُّجُومُ الْمُتَجَدِّدَةُ)

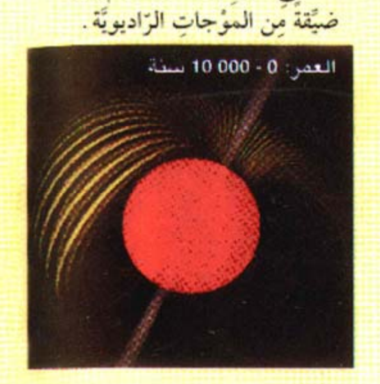
عِنْدَمَا كَانَ الْفَلَكِيُّونَ قَدِيماً يَرَوْنَ بِمَرَاقِبِهِم الْبَسِيطَةِ نَجْماً لَمْ يَكُونُوا قَدْ رَأَوْهُ مِنْ قَبْلُ قُرْبَ نَجْمٍ كَانَ قَدْ تَمَّ رَصْدُهُ مِنْ قِبَلِهِمْ، كَانُوا يَعْتَقِدُونَ بِأَنَّ مَا رَأَوْهُ إِنْ هُوَ إِلاَّ نَجْمٌ مَيْتٌ وَقَدْ جَدَّدَ حَيَاتَهُ. لِذَا دَعَوْهُ وَأَمْثَالَهُ مِنَ النُّجُومِ بِاسْمِ (الْمُتَجَدِّدَاتِ).

وَلَمَّا تَطَوَّرَتِ الْمَرَاقِبُ الْفَلَكِيَّةُ، تَبَيَّنَ أَنَّ أَمْثَالَ تِلْكَ النُّجُومِ هِيَ نُجُومٌ نَابِضَةٌ بِالْحَيَاةِ وَلَكِنَّهَا قَزَمَةٌ، وَأَنَّهَا تَوَائِمُ لِنُجُومٍ عَمَالِقَةٍ، لِذَا لَمْ يَكُونُوا يَسْتَطِيعُونَ رُؤْيَتَهَا إِلاَّ بَعْدَ أَنْ كَبُرَ حَجْمُهَا، حِينَ تَغَذَّتْ بِالْمَادَّةِ الَّتِي كَانَتْ تَطْرَحُهَا النُّجُومُ الْعَمَالِقَةُ عِنْدَ مُسْتَوَى خَطِّ اسْتِوَائِهَا، كَيْ لاَ يَصْغُرَ حَجْمُهَا تَحْتَ ضَغْطِ ثِقَلِهَا، وَتَحْتَ تَأْثِيرِ التَّفَاعُلاَتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَنْشَطُ فِي حَالَةِ انْكِمَاشِهَا، فَتَغْدُو بِحَجْمِ الْكَوْكَبِ (عُطَارِدَ)، ثُمَّ تُصْبِحُ بِحَجْمِ كُرَةِ الْقَدَمِ، ثُمَّ بِحَجْمِ حَبَّةِ الْحُمُّصِ إِذَا لَمْ تَتَخَلَّ بِاسْتِمْرَارٍ عَنْ مَادَّتِهَا الزَّائِدَةِ فِيهَا. وَذَلِكَ حَسْبَ رَأْيِ الْعَالِمِ الْفَلَكِيِّ (شاندر أسيخار) كَمَا مَرَّ مَعَنَا سَابِقاً.

3A إذا كانَ النَّجمُ النترونيُّ المَولودُ حديثاً يَدوَمُ بِسرعَةٍ عاليةٍ بِقَدرٍ كافٍ فإنَّهُ يُولِّدُ حقلاً مغناطيسيّاً كثيفاً، تلتوي خُطوطُهُ داخِلَ النَّجمِ.



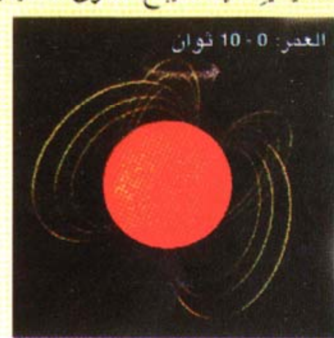
4A يَستقِرُّ المغنيتار في طبقاتٍ دقيقةٍ، تلتوي في داخِلِها خطوطُ الحقلِ المغناطيسيِّ وتكونُ مُنتظمةً في الخارجِ. وقَدْ يُصدِرُ النَّجمُ حزمةً ضيِّقةً مِنَ المَوجاتِ الرَّاديويَّةِ.



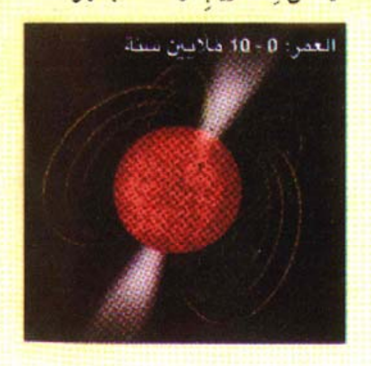
5A يبردُ المغنيتار المُتقدِّمُ في العُمرِ، وتَسعى مغناطيسيتُهُ إلى الزَّوالِ. وهُوَ يبثُّ قدراً ضئيلاً جدّاً مِنَ الطَّاقةِ.



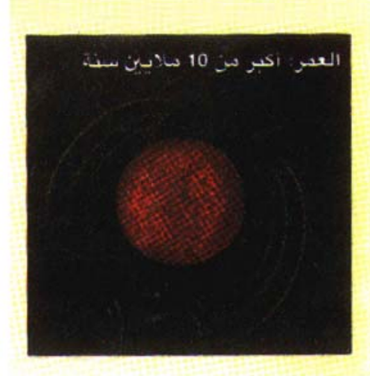
3B إذا كانَ النَّجمُ النترونيُّ المَولودُ حَديثاً يدوَمُ ببطءٍ، فعلى الرَّغمِ مِنْ أنَّ حَقلَهُ المغناطيسيَّ قويٌّ بالمَقاييسِ الاعْتياديَّةِ، فإنَّهُ لا يَبلغُ مُستوى المغنيتار.



4B يَكونُ النَّجمُ النَّبَّاضُ النَّاضِجُ أكْبَرَ مِنَ المغنيتار الَّذي لَهُ العُمرُ نَفسُهُ. يُصدِرُ هَذا النَّجمُ حِزمةً راديويَّةً عَريضةً يُمكنُ للمَقاريبِ رَصْدُها بسُهولَةٍ.



5B يبرُدُ النَّجمُ النَّبَّاضُ المُتقدِّمُ في العُمرِ، ويتوقَّفُ عَن إصْدارِ حِزمٍ مِنَ المَوجاتِ الراديويَّةِ.



فَصَائِلُ النُّجُومِ فِي الْمَجَرَّاتِ

بَعْدَ عَمَلِيَّاتِ الرَّصْدِ الطَّوِيلِ وَالدِّرَاسَةِ الْمُسْتَمِرَّةِ اللَّتَيْنِ قَامَ بِهِمَا الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (فالتر بادي) لِفَصَائِلِ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِي الْمَجَرَّاتِ، قَدَّمَ فِي عَامِ **1940**م دِرَاسَتَهُ الَّتِي جَاءَ فِيهَا: "إِنَّ جَمِيعَ نُجُومِ الْمَجَرَّاتِ تَدْخُلُ تَحْتَ فَصِيلَتَيْنِ اثْنَتَيْنِ هُمَا: نُجُومُ الْقُرْصِ الْمَجَرِّيِّ، وَنُجُومُ الْهَالاَتِ الْمَجَرِّيَةِ".

(1) نُجُومُ الْقُرْصِ الْمَجَرِّيِّ:

مُعْظَمُهَا نُجُومٌ شَابَّةٌ وُلِدَتْ فِي كُتَلِ الْمَجَرَّاتِ الْحَلَزُونِيَّةِ، كَمَجَرَّتِنَا. وَهِيَ تَتَحَرَّكُ وَتَدُورُ فِي الْمَمَرَّاتِ الرَّئِيسَةِ لِتِلْكَ الْمَجَرَّاتِ عَبْرَ كَمِيَّاتٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ اللَّذَيْنِ تَأَلَّفَتْ تِلْكَ النُّجُومُ مِنْهُمَا، وَتُشَاهَدُ وَهِيَ تَقُومُ بِحَرَكَاتٍ تَدْوِيمِيَّةٍ عِبْرَ الأَذْرُعِ الْحَلَزُونِيَّةِ، وَتَتَمَيَّزُ بِلَوْنِهَا الْبَنَفْسَجِيِّ أَوِ الأَزْرَقِ، الأَمْرُ الَّذِي يُؤَكِّدُ حَدَاثَةَ تَكَوُّنِهَا، وَأَقَلُّهَا نُجُومٌ مُتَوَسِّطَةُ الْعُمْرِ أَوْ مُتَقَدِّمَةٌ فِيهِ، يَتَرَاوَحُ بَرِيقُهَا بَيْنَ اللَّوْنِ الأَبْيَضِ وَالأَصْفَرِ وَالأَحْمَرِ، حَتَّى إِنَّنَا نَعْثُرُ أَحْيَاناً عَلَى أَقْزَامٍ بَيْضَاءَ.


نُجُومُ الْقُرْصِ الْمَجَرِّيِّ

(2) نُجُومُ الْهَالاَتِ الْمَجَرِّيَةِ:

هِيَ نُجُومٌ قَدِيمَةُ التَّشَكُّلِ، نَشَأَتْ كُلُّهَا مَعاً، وَفِي وَقْتٍ وَاحِدٍ، فِي الْهَالاَتِ الْمُحِيطَةِ بِالْمَجَرَّاتِ. إِلاَّ أَنَّ الاخْتِلاَفَ


نُجُومُ الْهَالاَتِ الْمَجَرِّيَةِ

الَّذِي كَانَ قَائِماً بَيْنَهَا، مِنْ حَيْثُ الْحَجْمُ أَوِ الْكُتْلَةُ وَدَرَجَةُ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِيهَا، هُوَ الَّذِي أَعْطَى هَذِهِ النُّجُومَ مَظَاهِرَ مُتَعَدِّدَةً تُظْهِرُهَا بِمَظْهَرِ النُّجُومِ ذَاتِ الأَعْمَارِ الْمُخْتَلِفَةِ.

وَمِمَّا أَكَّدَ قِدَمَ نُشُوءِ هَذِهِ النُّجُومِ لِلْعَالِمِ (بادي)، خُلُوُّ تِلْكَ الْهَالاَتِ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ اللَّذَيْنِ كَوَّنَتْ مِنْهُمَا تِلْكَ النُّجُومُ مَادَّتَهَا وَأَجْرَامَهَا؛ مِمَّا لَمْ يَعُدْ يَسْمَحُ بِنُشُوءِ أَيِّ نَجْمٍ جَدِيدٍ فِي تِلْكَ الْهَالاَتِ.

وَيَغْلِبُ عَلَى هَذِهِ النُّجُومِ النَّوْعُ الْمُسَمَّى (الْعَمَالِقَةُ الْحُمْرُ) **Red giants** كَمَا فِي نَجْمِ (السَّمَّاكِ الرَّامِحِ) فِي كَوْكَبَةِ (الْعَوَّاءِ)، ثُمَّ (الأَقْزَامُ الْبِيضُ). وَإِذَا مَا وَجَدْنَا بَعْضاً مِنَ النُّجُومِ الَّتِي سَاعَدَهَا ظَرْفٌ كَوْنِيٌّ عَلَى بَقَائِهَا فِي مَظْهَرِ الشَّبَابِ، فَإِنَّ الْعَلاَئِمَ الَّتِي تُحِيطُ بِهَا الآنَ تَدُلُّ عَلَى أَنَّهَا فِي طَرِيقِهَا لِلتَّحَوُّلِ إِلَى نُجُومٍ عَمَالِقَةٍ حَمْرَاءَ.

وَلَمَّا جَاءَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (آلان سانديج) الَّذِي كَانَ يَعْمَلُ فِي مَرْصَدِ (بالومار) فِي الْوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، عَدَّلَ بَعْضَ الشَّيْءِ فِي نَظَرِيَّةِ (بادي) عَلَى ضَوْءِ الرَّصْدِ الَّذِي كَانَ يَقُومُ بِهِ لِلنُّجُومِ، وَالدِّرَاسَاتِ الَّتِي كَانَ يُجْرِيهَا حَوْلَهَا. وَبَعْدَ أَنْ تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ نُجُومَ

الْهَالَةِ مُكَوَّنَةٌ عَلَى شَكْلِ عَنَاقِيدَ كُرَوِيَّةٍ. وَجَاءَ فِي تَعْدِيلِهِ: إِنَّهُ مِنْ غَيْرِ الْمَعْقُولِ أَنْ تَكُونَ جَمِيعُ تِلْكَ الْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ قَدْ نَشَأَتْ فِي الْهَالَةِ فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ. وَلَكِنَّ الشَّيْءَ الَّذِي انْتَهَتْ إِلَيْهِ دِرَاسَاتُهُ تَدُلُّ عَلَى أَنَّ النُّجُومَ الْمَوْجُودَةَ فِي كُلِّ عُنْقُودٍ إِنَّمَا نَشَأَتْ فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ، وَلَهَا عُمْرٌ وَاحِدٌ. أَمَّا الْعَنَاقِيدُ الْكُرَوِيَّةُ ذَاتُهَا، فَتَخْتَلِفُ مَوَاعِيدُ نُشُوئِهَا؛ فَبَيْنَمَا نَجِدُ لِبَعْضِهَا بَرِيقاً بَنَفْسَجِيّاً أَوْ أَزْرَقَ يَدُلُّ عَلَى أَنَّهَا عَنَاقِيدُ شَابَّةٌ، نَجِدُ بَرِيقَ بَعْضِهَا الآخَرِ أَبْيَضَ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى أَنَّهَا عَنَاقِيدُ مُتَوَسِّطَةُ الْعُمْرِ. وَهُنَاكَ عَنَاقِيدُ ذَاتُ بَرِيقٍ أَحْمَرَ يَدُلُّ عَلَى هَرَمِهَا أَوْ تَقَدُّمِهَا فِي الْعُمْرِ.

وَلَمْ يَعْثُرْ (سانديج) عَلَى أَثَرٍ لِلأَقْزَامِ الْبَيْضَاءِ، لاَ كَعَنَاقِيدَ كُرَوِيَّةٍ، وَلاَ كَنُجُومٍ دَاخِلَةٍ فِي صُلْبِ الْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ الْحَمْرَاءِ. وَمَعَ ذَلِكَ، فَلَمْ يَسْتَبْعِدْ وُجُودَ عَنَاقِيدَ كُرَوِيَّةٍ قَزَمَةٍ، إِنَّمَا يَقْصُدُ أَنَّ صِغَرَ حَجْمِهَا قَدْ حَالَ دُونَ رُؤْيَتِهَا حَتَّى بِالْمَرَاقِبِ الضَّخْمَةِ.

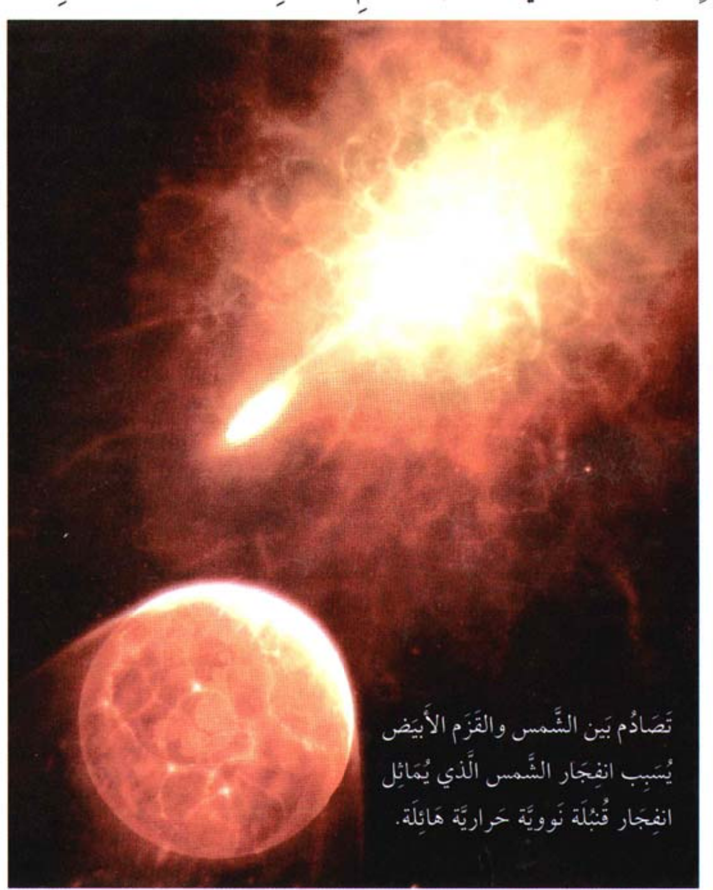
وَمِنَ الأَشْيَاءِ الشَّاذَّةِ الَّتِي وَقَعَ عَلَيْهَا أَثْنَاءَ رَصْدِهِ لِعَنَاقِيدِ الْهَالَةِ، وُجُودُ نُجُومٍ بَيْضَاءَ، كَشَمْسِنَا، مُتَوَسِّطَةِ الْعُمْرِ، فِي عُنْقُودٍ بَقِيَّةُ نُجُومِهِ، إِمَّا أَكْثَرُ شَبَاباً مِنْهَا أَوْ أَكْثَرُ تَقَدُّماً فِي الْعُمْرِ، مِمَّا يُخْرِجُهَا عَنْ مَكَانِهَا بَيْنَ نُجُومِ الْعُنْقُودِ الْمُسَاوِيَةِ لَهَا فِي الْكُتْلَةِ.

وَقَدْ تَأَكَّدَ رَأْيُ (سانديج) أَكْثَرَ مِنْ ذِي قَبْلٍ، عِنْدَمَا وَجَدَ فِي هَالَةِ مَجَرَّتِنَا نَفْسَ الْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ الَّتِي وَجَدَهَا فِي هَالاَتِ الْمَجَرَّاتِ الأُخْرَى، وَكَانَ لَهَا ذَاتَ النَّسَقِ وَالتَّرْتِيبِ؛ وَلَكِنَّ الشَّيْءَ الْجَدِيدَ الَّذِي وَقَعَ عَلَيْهِ هُوَ وُجُودُ عَنَاقِيدَ كُرَوِيَّةٍ فِي قُرْصِ الْمَجَرَّةِ هَذِهِ الْمَرَّةَ، وَلَكِنَّهَا كَانَتْ قَائِمَةً فِي مَنَاطِقَ مِنْهُ خَلَتْ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى عَدَمِ إِمْكَانِيَّةِ وِلاَدَةِ أَيِّ نَجْمٍ جَدِيدٍ بَيْنَهَا. كَمَا وَجَدَ أَنَّ وَضْعَ هَذِهِ الْعَنَاقِيدِ لاَ يَخْتَلِفُ فِي شَيْءٍ عَنْ عَنَاقِيدِ الْهَالَةِ مِنْ حَيْثُ اخْتِلاَفُ الْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ فِيمَا بَيْنَهَا مِنْ حَيْثُ الْعُمْرُ.

وَلَمَّا قَامَ عَدَدٌ مِنْ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ، وَعَلَى رَأْسِهِمْ (فريد هويل)، الأُسْتَاذُ فِي جَامِعَةِ (كامبردج) فِي الْمَمْلَكَةِ الْمُتَّحِدَةِ، وَ(مارتن شفارتس شيلد)، أُسْتَاذُ الْفَلَكِ فِي جَامِعَةِ (برنستون) فِي مُقَاطَعَةِ (نيوجرسي) فِي الْوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، بِعَمَلِيَّاتِ رَصْدِ نُجُومِ أَقْرَاصِ الْمَجَرَّاتِ وَهَالاَتِهَا، وَجَمْعِ إِحْصَائِيَّاتٍ وَخُطُوطٍ بَيَانِيَّةٍ حَوْلَهَا، تَأَكَّدَ رَأْيُ (آلان سانديج)، وَأُقِرَّ عَلَى مَا جَاءَ فِي دِرَاسَاتِهِ وَتَحَرِّيَاتِهِ الَّتِي قَدَّمْنَاهَا.

تصادُم النُّجوم

مِنْ بَيْنِ جَميعِ الطَّرائِقِ التي يُمْكِنُ أن تَنْتهي بِها الحياةُ على الأَرْضِ، رُبما كانَ أكثرُها إثارَةً هُوَ اصْطِدامُ الشمسُ بِنجْمٍ آخَرَ. وإذا كانتْ القَذيفَةُ الوارِدةُ قزماً أبْيَضَ ـ وهو نَجْمٌ مُفرِطٌ في كثافَتِهِ يُكَدِّسُ كُتْلَةً بِقدرِ كُتْلَةِ الشَّمْسِ في حَجْم يُعادِلُ واحداً في المئة مِن حَجمِ الشَّمْسِ، فإنَّ سُكَّان الأرْضِ



تَصادُم بَين الشَّمس والقَزَم الأَبيَض يُسَبِب انفِجار الشَّمس الَّذي يُمَاثِل انفِجار قُنبُلَة نَووِيَّة حَرارِيَّة هائِلَة.

سَيَكونونَ مَدْعوينَ لِمُشاهَدةِ عرْضِ ألعابٍ ناريَّةٍ لا مثيلَ لَهُ. سَيخْترقُ القزمُ الأبيَضُ الشمْسَ بِسُرعَةٍ فوْقَ صوْتيَّةٍ تتجاوَزُ (600كم/ثانية) مولداً موجَةَ صَدمٍ شَديدَةً سوْفَ تَضْغَطُ وتُسخِّن الشَّمسَ كُلَّها. لِتبلُغَ دَرَجاتِ حَرارَةٍ أعْلى مِنْ تِلْكَ التي تَحْدثُ عِنْدَها الانْفِجاراتُ النوَويَّةُ الحراريَّةُ.

إنَّ الرَّأيَ التَّقْليديَّ القائِلَ بأنَّ تَصادُمَ نَجْمينِ أمرٌ مُستَحيلٌ هُوَ رأيٌ خاطِىءٌ، فالتَّصادُماتُ يُمْكنُ أن تَحْدثَ في الحُشودِ النَّجْميَّةِ، وبِخاصَّةٍ في الحُشودِ الكُرَويَّةِ، حَيْثُ تكونُ كَثافَةُ النُّجومِ عاليةً، وحيْثُ تُعزِّزُ التَّفاعُلاتُ التَّثاقليَّةُ من احْتِمالاتِ حُدوثِ هَذِهِ التَّصادُماتِ.

الدليلُ الرَّصْديُّ الرئيسُ على حُدوثِ هذِهِ التَّصادُماتِ ذو شقَّيْنِ:

1ـ هُوَ أنَّ الحُشودَ الكُرويَّةَ تَحوي نُجوماً تُسمَّى النُّجوم الزَّرْقاءُ المُنْتشِرةُ في غيْرِ نِظام، وأفْضلُ تفسيرٍ لَها هُوَ أنَّها تكوَّنَتْ نَتيجَةَ تَصادُمات.

2ـ هُوَ أنَّ الحُشودَ الكُرويَّةَ تَحْوي عَدداً هائِلاً مِنْ منابعِ الأشِعَّةِ السينيَّةِ، ومِنَ المُحْتَملِ أيْضاً أن تَكونَ هذِهِ المَنابِعُ نتيجَةً للتَّصادُماتِ النَّجميَّةِ.

تَصْنيفُ نُجُومِ الْكَوْنِ فِي جَمْهَرَتَيْنِ

قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (فالتر بادي) بِتَقْسِيمِ النُّجُومِ عَلَى أَسَاسِ تَحَرُّكِهَا فِي الْمَجَرَّاتِ إِلَى جَمْهَرَتَيْنِ: أُولَى وَثَانِيَةٍ.

(1) نُجُومُ الْجَمْهَرَةِ الأُولَى:

وَهِيَ الَّتِي عَثَرَ عَلَيْهَا فِي قُرْصِ الْمَجَرَّةِ وَفِي أَذْرُعِهَا، أَيْ فِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي يَكْثُرُ فِيهَا الْغَازُ وَالْغُبَارُ الْكَوْنِيُّ. وَتَتَّصِفُ بِأَنَّهَا تَتَّخِذُ مَدَارَاتٍ مُحَدَّدَةً حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَتَتَّجِهُ كُلُّهَا فِي دَوَرَانِهَا ذَاكَ فِي نَفْسِ الاتِّجَاهِ.



(2) نُجُومُ الْجَمْهَرَةِ الثَّانِيَةِ:

وَهِيَ نُجُومٌ تُحِيطُ بِالْمَجَرَّةِ مِنْ كُلِّ نَوَاحِيهَا. وَهِيَ تَزْدَادُ بِاتِّجَاهِ الْمَرْكَزِ، بَيْنَمَا تَقِلُّ بِاتِّجَاهِ الأَطْرَافِ؛ وَحَيْثُ تَكُونُ، نَجِدُ أَنَّ الْغَازَ وَالْغُبَارَ الْكَوْنِيَّ عَلَى أَقَلِّ دَرَجَةٍ مِنَ الْكَثَافَةِ، بِسَبَبِ اسْتِهْلاَكِهَا لَهُمَا. وَيَنْدُرُ وُجُودُ مِثْلِ هَذِهِ النُّجُومِ دَاخِلَ الْقُرْصِ الْمَجَرِّيِّ؛ وَلَكِنَّهَا إِذَا وُجِدَتْ كَانَ الْغَازُ وَالْغُبَارُ الْكَوْنِيُّ قَلِيلاً مِنْ حَوْلِهَا. كَمَا تَتَّصِفُ بِأَنَّهَا لاَ تَسْلُكُ مَسَاراً وَاحِداً، وَإِنَّمَا تَتَحَرَّكُ فِي كُلِّ الاتِّجَاهَاتِ؛ وَقَدْ أُطْلِقَ عَلَيْهَا لِذَلِكَ اسْمَ (النُّجُومِ الْمُتَسَكِّعَةِ) أَوِ (النُّجُومِ الشَّارِدَةِ).

وَيَفُوقُ عَدَدُ هَذِهِ النُّجُومُ كَثِيراً عَدَدَ نُجُومِ الْجَمْهَرَةِ الأُولَى، إِذْ قُدِّرَ عَدَدُهَا بِـ(000 . 100) مِلْيُونِ نَجْمٍ؛ بَيْنَمَا لاَ يَزِيدُ عَدَدُ نُجُومِ الْجَمْهَرَةِ الأُولَى عَلَى (1000) مِلْيُونِ نَجْمٍ.

وَيَكُونُ لَمَعَانُ نُجُومِ الْجَمْهَرَةِ الثَّانِيَةِ أَقَلَّ مِنْ لَمَعَانِ نُجُومِ الْجَمْهَرَةِ الأُولَى. فَفِي الْجَمْهَرَةِ الأُولَى نَجِدُ نُجُوماً يَفُوقُ لَمَعَانُهَا لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مِلْيُونِ مَرَّةٍ، لأَنَّهَا نُجُومٌ حَدِيثَةٌ فَتِيَّةٌ لَمْ تُنْفِقْ مِنْ رَصِيدِهَا مِنَ الطَّاقَةِ إِلاَّ الْقَلِيلَ، وَإِنْ كَانَتْ تُنْفِقُ بِشَيْءٍ مِنَ التَّبْذِيرِ؛ بَيْنَمَا لاَ نَجِدُ بَيْنَ نُجُومِ الْجَمْهَرَةِ الثَّانِيَةِ مَا يَفُوقُ لَمَعَانُهُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِأَكْثَرَ مِنْ (1000) مَرَّةٍ، لأَنَّهَا نُجُومٌ أَقْدَمُ، وَتُنْفِقُ طَاقَتَهَا بِحَذَرٍ وَتَقْتِيرٍ.

وَتَكْثُرُ بَيْنَ نُجُومِ الْجَمْهَرَةِ الثَّانِيَةِ النُّجُومُ الْقَيْفَاوِيَّةُ، أَيْ ذَاتُ اللَّمَعَانِ الْمُتَغَيِّرِ؛ وَيَكُونُ تَغَيُّرُ لَمَعَانِهَا سَرِيعاً، يَتِمُّ خِلاَلَ

سَاعَاتٍ، أَيْ إِنَّهَا عَلَى نَسَقِ النَّجْمِ الْمُتَغَيِّرِ الْمَشْهُورِ بِاسْمِ (ر. ر. السِّلْيَاقِ) الْمَوْجُودِ فِي كَوْكَبَةِ (اللُّورا أَوِ السِّلْيَاقِ).

الْغُبَارُ الْكَوْنِيُّ (الغُبار النَّجْمِيُّ)

عِنْدَمَا كَانَ عُلَمَاءُ الفَلَكِ يُحَاوِلُونَ إِجْرَاءَ إِحْصَاءٍ لِنُجُومِ السَّمَاءِ وَتَصْنِيفِهَا، كَانَتْ سُحُبٌ مِنَ الْغُبَارِ النَّجْمِيِّ، تعيقُ عملَهُمْ ذاكَ كَانَتْ تُشَكِّلُ مَا يُشْبِهُ الضَّبَابَ الْكَثِيفَ الْمُتَقَطِّعَ. كَمَا لاَحَظُوا أَنَّ بَعْضَ النُّجُومِ الَّتِي اسْتَطَاعَ نُورُهَا اخْتِرَاقَ تِلْكَ السُّحُبِ كَانَتْ تَبْدُو كَأَنَّهَا نُجُومٌ خَافِتَةٌ وَبَعِيدَةٌ، خِلاَفاً لِوَاقِعِهَا.

وَخَيْرُ نَمُوذَجٍ مَرْئِيٍّ لِعُيُونِنَا الْمُجَرَّدَةِ مِنْ تِلْكَ السُّحُبِ الْقِطَعُ الَّتِي تَبْدُو كَضَبَابٍ مُتَقَطِّعٍ مُظْلِمٍ أَحْيَاناً فِي مَجَرَّتِنَا الأَرْضِيَّةِ الَّتِي نَدْعُوهَا (دَرْبَ التَّبَّانَةِ) أَوِ (الطَّرِيقَ اللَّبَنِيَّةَ).

وَكَثَافَةُ تِلْكَ السُّحُبِ الَّتِي يُؤَلِّفُهَا الْغُبَارُ النَّجْمِيُّ **Star dust** فِي أَطْرَافِ الْمَجَرَّاتِ كَانَتْ هِيَ الْمَسْؤُولَةَ عَنِ الاعْتِقَادِ الَّذِي سَادَ بَيْنَ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ لِفَتْرَةٍ، وَهُوَ أَنَّ مَرْكَزَ الْمَجَرَّاتِ أَحْفَلُ مِنْ أَطْرَافِهَا بِالنُّجُومِ؛ ثُمَّ تَبَيَّنَ لَهُمْ، فِيمَا بَعْدُ، أَنَّ تِلْكَ الْحَوَافِيَ هِيَ الأُخْرَى تَغُصُّ بِالنُّجُومِ الَّتِي كَانَتْ تَحْجُبُهَا عَنَّا لُطَخٌ كَثِيفَةٌ مِنَ التُّرَابِ النَّجْمِيِّ. وَكَانَ مِمَّا سَاعَدَهُمْ عَلَى اكْتِشَافِ ذَلِكَ تَطَوُّرُ الْمَرَاقِبِ الَّتِي اسْتَطَاعَتْ أَنْ تَنْفُذَ، بِقُدْرَةِ تَكْبِيرِ عَدَسَاتِهَا، مِنْ خِلاَلِ تِلْكَ اللُّطَخِ التُّرَابِيَّةِ.

وَبَعْدَ دِرَاسَاتٍ مُسْتَمِرَّةٍ وَمُسْتَفِيضَةٍ حَوْلَ التُّرَابِ النَّجْمِيِّ، تَكَشَّفَتْ حَقَائِقُ عَلَى غَايَةٍ مِنَ الأَهَمِّيَّةِ مِنْهَا:

1. إِنَّ كُتْلَةَ ذَلِكَ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ تُعَادِلُ كُتْلَةَ نُجُومِ هَذَا الْكَوْنِ مُجْتَمِعَةً.

2. تُؤَلِّفُ هَاتَانِ الْكُتْلَتَانِ تَكَامُلاً فِيمَا بَيْنَهُمَا، فَالنُّجُومُ وَلِيدَةُ ذَلِكَ الْغُبَارِ، كَمَا أَنَّ بَعْضَ الْغُبَارِ تَلِدُهُ تِلْكَ النُّجُومُ.

3. وَإِنَّ الْغُبَارَ الْكَوْنِيَّ لاَ يُضْعِفُ نُورَ النُّجُومِ فَقَطْ، وَإِنَّمَا يُحِيلُ لَوْنَهَا الأَزْرَقَ أَوْ الأَبْيَضَ إِلَى لَوْنٍ أَحْمَرَ كَمَا يَفْعَلُ غُبَارُ الأَرْضِ عِنْدَمَا يَثُورُ فِي فَضَائِنَا بَعْدَ شُرُوقِ الشَّمْسِ أَوْ قُبَيْلَ غُرُوبِهَا، حَيْثُ يُحَوِّلُ لَوْنَهَا الأَبْيَضَ إِلَى لَوْنٍ أَحْمَرَ.

4. يَزْدَادُ احْمِرَارُ النَّجْمِ كُلَّمَا كَانَ الْغُبَارُ الَّذِي يَحْجُبُهُ أَكْثَفَ، إِذْ تُصْبِحُ قُدْرَةُ ذَلِكَ الْغُبَارِ عَلَى تَشْتِيتِ الضَّوْءِ أَكْبَرَ.

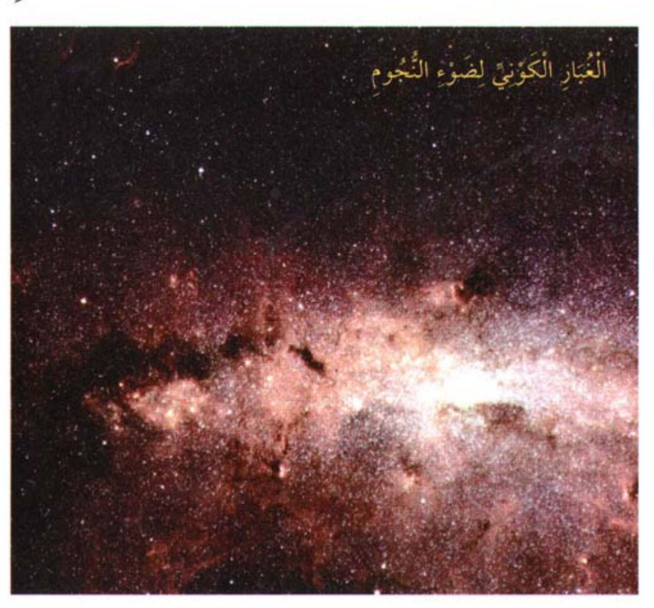
5. مِقْدَارُ امْتِصَاصِ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ أَوْ النَّجْمِيِّ لِضَوْءِ النُّجُومِ مُتَسَاوٍ فِي كُلِّ أَنْحَاءِ الْمَجَرَّةِ.

تَشْتِيتُ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ لِضَوْءِ النُّجُومِ

كُلَّمَا كَانَ ضَوْءُ النَّجْمِ أَكْثَرَ مَيْلاً إِلَى الزُّرْقَةِ كَانَ تَشْتِيتُ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ لَهُ أَكْبَرَ؛ وَكُلَّمَا كَانَ ضَوْؤُهُ أَقْرَبَ إِلَى الْحُمْرَةِ قَلَّ تَشْتِيتُ الْغُبَارِ لَهُ، وَكَانَ أَقْدَرَ عَلَى النُّفُوذِ مِنْ خِلاَلِهِ.

وَمِنَ الأَلْوَانِ الَّتِي يَقِلُّ تَشَتُّتُهَا بِالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ اللَّوْنُ الأَصْفَرُ الَّذِي يَأْتِي، مِنْ حَيْثُ نُفُوذُهُ فِي ذَلِكَ الْغُبَارِ، فِي الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ بَعْدَ اللَّوْنِ الأَحْمَرِ.

وَأَشَدُّ الأَلْوَانِ نُفُوذاً فِي الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ الأَشِعَّةُ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ. وَهِيَ الأَشِعَّةُ الَّتِي لاَ تَرَاهَا الْعَيْنُ، إِنَّمَا تَتَحَسَّسُ بِهَا أَلْوَاحُ التَّصْوِيرِ؛ إِذْ لاَ تَحْمِلُ مَعَهَا نُوراً، وَإِنَّمَا تَحْمِلُ مَعَهَا الْحَرَارَةَ. وَهِيَ الَّتِي مَكَّنَتِ الْعُلَمَاءَ مِنْ مَعْرِفَةِ بُعْدِ النُّجُومِ


الْغُبَارِ الْكَوْنِيّ لِضَوْءِ النُّجُومِ

عَنَّا، بِاسْتِثْنَاءِ مَا كَانَ مِنْهَا مَحْجُوباً بِسُحُبٍ كَثِيفَةٍ مِنْ ذَلِكَ الْغُبَارِ، فَقَدْ ظَلَّ أَمْرُ قِيَاسِ بُعْدِهَا غَيْرَ مُمْكِنٍ حَتَّى اكْتُشِفَتِ الأَمْوَاجُ الرَّادَارِيَّةُ الَّتِي تَمَكَّنَتْ مِنِ اخْتِرَاقِ مِثْلِ تِلْكَ السُّحُبِ، وَبُلُوغِ النُّجُومِ الْقَابِعَةِ خَلْفَهَا، ثُمَّ ارْتِدَادِهَا نَحْوَ الْمَرْصَدِ الَّذِي أُرْسِلَتْ مِنْهُ، حَيْثُ أُعِدَّتِ الآلاَتُ الْمُسْتَقْبِلَةُ لَهَا، وَالَّتِي تَقُومُ آلِيّاً بِحِسَابِ بُعْدِ ذَلِكَ النَّجْمِ الَّذِي بَلَغَتْهُ وَارْتَدَّتْ عَنْهُ.

تَرْكِيبُ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ

مِنِ اخْتِلاَفِ قُدْرَةِ الأَجْسَامِ عَلَى امْتِصَاصِ الضَّوْءِ، انْطَلَقَ الْعُلَمَاءُ فِي بُحُوثِهِمْ حَوْلَ الْمَادَّةِ الْمُرَكِّبَةِ لِلْغُبَارِ النَّجْمِيِّ. فَمِنَ الْمَعْرُوفِ أَنَّ الْمَعَادِنَ وَالْمَوَادَّ الصُّلْبَةَ إِذَا مَا وُضِعَتْ أَمَامَ جِسْمٍ مُضِيءٍ، حَجَبَتْ ضَوْءَهُ، وَلَوْ كَانَتْ ذَاتَ سُمْكٍ ضَئِيلٍ، أَيْ عَلَى شَكْلِ لَوْحٍ مَعْدِنِيٍّ. وَلَكِنَّنَا عِنْدَمَا نَسْحَقُ ذَلِكَ اللَّوْحَ الْمَعْدِنِيَّ، وَنَضَعُ مَسْحُوقَهُ فَوْقَ لَوْحٍ زُجَاجِيٍّ حَتَّى يُغَطِّيهِ، وَنُسَلِّطُ عَلَى الْمَسْحُوقِ ضَوْءاً، نَجِدُ أَنَّ الضَّوْءَ قَدْ سَمَحَ بِرُؤْيَةِ تِلْكَ الْمَادَّةِ بِالنِّسْبَةِ لِلنَّاظِرِ مِنْ تَحْتِ ذَلِكَ اللَّوْحِ الزُّجَاجِيِّ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى أَنَّ الضَّوْءَ قَدْ تَشَتَّتَ فِي ذَرَّاتِ ذَلِكَ الْمَعْدَنِ الَّذِي أَصْبَحَ قَادِراً عَلَى امْتِصَاصِ كَمِيَّةٍ كَبِيرَةٍ مِنْ ذَلِكَ الضَّوْءِ.

وَتَخْتَلِفُ قُدْرَةُ امْتِصَاصِ مَسْحُوقِ الْمَادَّةِ لِلنُّورِ بِاخْتِلاَفِ نَوْعِ الْمَادَّةِ الْمَسْحُوقَةِ، وَبِاخْتِلاَفِ حَجْمِ دَقَائِقِ تِلْكَ الْمَادَّةِ، أَيْ ذَلِكَ الْمَسْحُوقِ.

فَعِنْدَمَا لاَ تَكُونُ الْمَادَّةُ مَعْدِنِيَّةً - أَيْ تَكُونُ عُضْوِيَّةَ التَّرْكِيبِ، وَيَكُونُ نِصْفُ قُطْرِ كُلِّ جُزْءٍ مِنَ الأَجْزَاءِ الدَّقِيقَةِ لِذَلِكَ الْمَسْحُوقِ فِي حُدُودِ (0.000014) سَنْتِيمِتْرٍ - فَإِنَّ تِلْكَ الْمَادَّةَ الْعُضْوِيَّةَ الْمَسْحُوقَةَ تَسْتَطِيعُ أَنْ تَمْتَصَّ النُّورَ بِمِقْدَارٍ يَزِيدُ (10) آلاَفِ مَرَّةٍ أَكْثَرَ مِمَّا تَسْتَطِيعُ امْتِصَاصَهُ مَادَّةٌ عُضْوِيَّةٌ



أُخْرَى، نِصْفُ قُطْرِ أَجْزَائِهَا الدَّقِيقَةِ الْمَسْحُوقَةِ (0.44)سم، عِنْدَمَا تَكُونُ مُوَزَّعَةً عَلَى نَفْسِ الْمِسَاحَةِ، وَبِنَفْسِ السُّمْكِ.

أَمَّا أَجْزَاءُ الْمَادَّةِ الْمَعْدِنِيَّةِ الْمَسْحُوقَةِ فَتَظَلُّ غَيْرَ قَادِرَةٍ عَلَى امْتِصَاصِ النُّورِ إِلاَّ عِنْدَمَا يُصْبِحُ نِصْفُ قُطْرِ كُلِّ جُزْءٍ مِنْ مَسْحُوقِهَا بِطُولِ (0.0000044)سم. وَمَعَ ذَلِكَ فَهِيَ لاَ تَسْتَطِيعُ أَنْ تَمْتَصَّ مِنَ الأَشِعَّةِ إِلاَّ (3/1) مَا تَمْتَصُّهُ الأَجْزَاءُ الْمَسْحُوقَةُ مِنَ الْمَوَادِّ الْعُضْوِيَّةِ وَالْمَوَادِّ الأُخْرَى غَيْرِ الْمَعْدِنِيَّةِ، وَذَلِكَ حَسْبَ مَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ دِرَاسَةُ الْعَالِمِ (غرنشتين).

وَعِنْدَمَا يَصْغُرُ نِصْفُ قُطْرِ جُسَيْمَاتِ الْمَادَّةِ فِي السَّحَابَةِ الْكَوْنِيَّةِ، أَيْ فِي السَّدِيمِ، حَتَّى تَغْدُو بِحَجْمِ الذَّرَّةِ، فَإِنَّهَا تَقْتَرِبُ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الشَّفَافِيَّةِ الْكَامِلَةِ، وَتَكَادُ تَنْعَدِمُ فِيهَا الْقُدْرَةُ عَلَى امْتِصَاصِ الضَّوْءِ.

كَمَا دَلَّتِ الأَبْحَاثُ عَلَى أَنَّ جُسَيْمَاتِ السُّحُبِ الْكَوْنِيَّةِ لَيْسَتْ بِحَجْمٍ وَاحِدٍ، كَمَا يَغْلُبُ عَلَى تَرْكِيبِهَا (الْهيدروجينُ) وَ(الْكربون) وَ(الأُوكسجينُ) وَ(الآزوتُ). بَيْنَمَا نَجِدُ فِيهَا نِسْبَةً قَلِيلَةً مِنَ الْمَعَادِنِ كَـ (الْحَدِيدِ) وَ(السليكون) وَ(الْمَغنيسيوم).

وَمِمَّا يَدُلُّ عَلَى وُجُودِ الْمَعَادِنِ فِي تِلْكَ الْجُسَيْمَاتِ أَنَّهَا تَصْطَفُّ بِانْتِظَامٍ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى خُضُوعِهَا لِلْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيسِيِّ.

وَقَدْ تَمَّ الاسْتِدْلاَلُ عَلَى ضَآلَةِ كَمِّيَّةِ الْجُسَيْمَاتِ الْمَعْدِنِيَّةِ فِي تِلْكَ السُّدُمِ بِقِيَاسِ قُدْرَتِهَا عَلَى عَكْسِ الضَّوْءِ؛ إِذْ تَبَيَّنَ أَنَّ مَا تَعْكِسُهُ مِنْهُ يَفُوقُ مَا يَعْكِسُهُ الثَّلْجُ مِنْ ذَلِكَ الضَّوْءِ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ مُجْمَلَ ذَرَّاتِ السَّدِيمِ تَكَادُ تَكُونُ غَيْرَ مَعْدِنِيَّةٍ.

وَيَتَرَاوَحُ حَجْمُ جُسَيْمَاتِ التُّرَابِ النَّجْمِيِّ بَيْنَ حَجْمِ حَبَّةِ الرَّمْلِ الصَّغِيرَةِ وَبَيْنَ حَجْمِ جُسَيْمَاتِ التُّرَابِ النَّاعِمِ، وَقَدْ تَضُمُّ جُسَيْمَاتٍ أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ بِكَثِيرٍ.

وَتَحُومُ حَوْلَ جُسَيْمَاتِ التُّرَابِ النَّجْمِيِّ جُزَيْئَاتٌ وَذَرَّاتٌ مِنَ الْكَهَارِبِ الْكَوْنِيَّةِ، تُلاَزِمُهَا حَيْثُمَا اتَّجَهَتْ وَكَيْفَمَا تَحَرَّكَتْ.

إِضَاءَةُ الْفَضَاءِ الْقَائِمِ بَيْنَ النُّجُومِ

كَانَ الاعْتِقَادُ السَّائِدُ أَنَّ مَبْعَثَ الضَّوْءِ الَّذِي يَنْعَكِسُ عَلَى السُّدُمِ الْقَائِمَةِ فِيمَا بَيْنَ النُّجُومِ هُوَ نُورُ النُّجُومِ ذَاتِ اللَّمَعَانِ الْقَوِيِّ. إِلاَّ أَنَّ الدِّرَاسَاتِ بَيَّنَتْ أَنَّ النُّجُومَ الصَّغِيرَةَ هِيَ الَّتِي تُنِيرُ تِلْكَ السُّدُمِ بِسَبَبِ كَثْرَتِهَا الْهَائِلَةِ وَقِلَّةِ عَدَدِ النُّجُومِ اللاَّمِعَةِ.

فَالنَّجْمُ الْمُسَمَّى (رَاعِي الْجَوْزَاءِ) الَّذِي يَفُوقُ لَمَعَانُهُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ (10) آلاَفِ مَرَّةٍ، لاَ يُشَكِّلُ، هُوَ وَأَمْثَالُهُ، إِلاَّ عَدَداً ضَئِيلاً جَدّاً بَيْنَ نُجُومِ هَذَا الْكَوْنِ. بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ الشَّمْسَ



وَأَمْثَالَهَا الَّتِي تُدْعَى بِالنُّجُومِ مُتَوَسِّطَةِ اللَّمَعَانِ، يَزِيدُ عَدَدُهَا عَلَى عَدَدِ أَشْبَاهِ (رَاعِي الْجَوْزَاءِ) بِمِقْدَارِ (10) آلاَفِ مَرَّةٍ.

وَعَدَدُ النُّجُومِ الَّتِي يَقِلُّ لَمَعَانُهَا عَنْ لَمَعَانِ الشَّمْسِ، يَزِيدُ عَلَى عَدَدِ الشَّمْسِ وَأَمْثَالِهَا مِنَ النُّجُومِ بِمِئَاتِ مَلاَيِينِ الْمَرَّاتِ.

وَلِهَذَا كَانَتِ النُّجُومُ الْمُتَوَسِّطَةُ وَالصَّغِيرَةُ مُجْتَمِعَةً تُنِيرُ فَضَاءَ مَا بَيْنَ النُّجُومِ وَسُدُمِهِ أَكْثَرَ بِكَثِيرٍ مِمَّا تُنِيرُهُ النُّجُومُ ذَاتُ اللَّمَعَانِ الْكَبِيرِ.

" إنَّ مَشْهدَ النُّجومِ يَجْعلُني دَوْماً أرى أشْياءَ،
تَماماً مِثْلَما تَجعلُني النُّقاطِ السَّوْداء عَلى خارِطَةٍ أرَى مُدُناً وَقُرى.
وإنَّهُ لَمِنَ العَجَبِ أنْ تَكونَ هَذهِ النقاطَ الضَّوئيَّة المُنْتَشِرَة عَلى البُقعةِ السَّماويَّةِ أكْثَرَ اسْتِعْصاءً عَلى الفَهْمِ مِنْ تِلْكَ النقاطِ المُظْلِمَةِ المَوجودَةِ عَلى خارِطَةِ فَرَنْسا"

من رسائل (فنسنت فان كوخ)

كَوكَباتُ النُجوم



كوكَباتُ النُجوم

Constellations



لِكَيْ يَتِمَّ حَصْرُ النُّجومِ، وَالاِسْتِدْلالُ عَلَيْهَا، وَالاِهْتِداءُ إلَى كُلِّ وَاحِدٍ مِنْهَا بِسُهُولَةٍ ، كَانَ لاَ بُدَّ مِن تَصْنيفِ كُلِّ عِدَّةِ نُجُومٍ مُتَقَارِبَةٍ فِي كَوْكَبَةٍ وَاحِدَةٍ، يُعْطَى كُلٌّ مِنْهَا اسْماً يُمَيِّزُهَا عَنْ غَيْرِهَا .

وَقَدْ أَسْبَغَ الأَقْدَمُونَ، مِنْ فَلَكِيِّينَ وَفَلاَسِفَةٍ وَشُعَرَاءَ، عَلَى كُلِّ مَجْمُوعَةٍ مِنْ تِلْكَ الْمَجْمُوعَاتِ صِفَةَ أَشْخَاصٍ أَوْ طُيُورٍ أَوْ حَيوَانَاتٍ أَوْ نَبَاتَاتٍ أَوْ أَدَوَاتٍ، مِثْلُ ذَلِكَ (كَوْكَبَةُ الْجَبَّارِ) وَكَوْكَبَتَا (الدُّبِّ الأَصْغَرِ وَالدَّبِّ الأَكْبَرِ) وَكَوْكَبَةُ (بُرْجِ السُّنْبُلَةِ) وَكَوْكَبَةُ (السَّفِينَةِ) وَكَوْكَبَةُ (بُرْجِ الْمِيزَانِ) .

وَقَدْ نَسَجَ الْكُتَّابُ وَالشُّعَرَاءُ الْيُونَانِيُّونَ قِصَصاً كَثِيرَةً حَوْلَ بَعْضِ الْكَوْكَبَاتِ، وَجَعَلُوا مِنَ السَّمَاءِ مَسْرَحاً تَدُورُ فِيهِ أَحْدَاثٌ أَسْنَدُوا الأَدْوَارَ فِيهَا إِلَى أَبْطَالٍ تُمَثِّلُهُمْ تِلْكَ الْكَوْكَبَاتُ . كَمَا جَسَّدَهَا الرَّسَّامُونَ فِي لَوْحَاتٍ فَنِّيَّةٍ .

وَكَانَ الشَّاعِرُ الْيُونَانِيُّ (لاراتس السولي)، وَهُوَ مِن شُعَرَاءِ الْقَرْنِ الثَّالِثِ قَبْلَ الْمِيلاَدِ، قَدْ قَامَ بِتَأْلِيفِ مَلْحَمَةٍ تُصَوِّرُ الْقِصَّةَ الَّتِي قَامَتْ بِتَجْسِيدِ أَحْدَاثِهَا عَلَى الْمَسْرحِ السَّمَاوِيِّ، كَمَا قَدَّمْنَا، الْكَوْكَبَاتُ السِّتُّ الْمُتَقَارِبَةُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ وَهِيَ : (قيفاوس أَوِ الْمُلْتَهِبُ) وَ(كاسيوبية أَوْ ذَاتُ الْكُرْسِيِّ) وَ(أندروميدا أَوِ الْمَرْأَةُ الْمُسَلْسَلَةُ) وَ(فرساوس أَوْ حَامِلُ رَأْسِ الْغُولِ) وَ(بيغاسوس أَوِ الْفَرَسُ الأَعْظَمُ) وَ(قيطس أَوِ الْوَحْشُ الْبَحْرِيُّ أَوِ الْحُوتُ الكَبِيرُ) . وَخُلاَصَةُ تِلْكَ الْمَلْحَمَةِ :

كَانَتْ (أندروميدا) فَتَاةً بَاهِرَةَ الْجَمَـالِ، مَمْشُوقَةَ الْقَوَامِ، سَاحِرَةَ الْعَيْنَيْنِ، إِذَا تَحَدَّثَتْ فَتَنَتْ ، وَإِنِ ابْتَسَمَتْ أَسَرَتْ ، وَكَانَتْ أُمُّهَا (كاسيوبية) ، الَّتِي تَجْلُسُ عَلَى كُرْسِيٍّ مُؤَلَّفٍ مِنْ نُجُومٍ بَرَّاقَةٍ تُشَكِّلُ مَا يُشْبِهُ حَرْفَ (W)، تُبَاهِي الْكَوْنَ بِجَمَالِ ابْنَتِهَا، فَأَغْضَبَ ذَلِكَ الآلِهَةَ غَضَباً شَدِيداً أَخَافَ (قيفاوس)، وَالِدَ (أندروميدا)، لِدَرَجَةٍ خَشِيَ مَعَهَا أَنْ تَقُومَ الآلِهَةُ بِقَتْلِ ابْنَتِهِ، لِذَا سَارَعَ إِلَى تَقْيِيدِ ابْنَتِهِ بِسِلْسِلَةٍ، وَشَدَّهَا إِلَى صَخْرَةٍ جَاثِمَةٍ فِي مِيَاهِ الْبَحْرِ، كَيْ يُخَفِّفَ مِنْ غَضَبِ الآلِهَةِ عَلَى ابْنَتِهِ الَّتِي دُعِيَتْ مِنْ يَوْمِهَا (الْمَرْأَةَ الْمُسَلْسَلَةَ). وَبَعْدَ أَنِ انْتَهَى مِنْ ذَلِكَ، وَقَفَ مَعَ زَوْجَتِهِ (كاسيوبية) يَرْقُبَانِ عَنْ كَثَبٍ ابْنَتَهِمَا، بِقَلْبٍ يَقْطُرُ مِنْهُ الأَسَى ، وَتَعْتَصِرُهُ اللَّوْعَةُ ، وَهِيَ تَنْظُرُ إِلَيْهِمَا نَظَرَاتِ الاِسْتِعْطَافِ وَالتَّوَسُّلِ، دُونَ أَنْ يَجْرُؤَا عَلَى فَكِّ قُيُودِهَا، وَإِطْلاَقِ سَرَاحِهَا .

وَبَيْنَمَا هُمَا عَلَى هَذِهِ الْحَالِ ، إِذَا بِـ(قيطس)، وَهُوَ (الْوَحْشُ الْبَحْرِيُّ أَوِالْحُوتُ الْكَبِيرُ)، يَتَقَدَّمُ مِنِ ابْنَتِهِمَا(أندروميدا)لِيَفْتَرِسَهَا، تَنْفِيذاً لأَمْرِ الآلِهَةِ . فَيَجْمُدُ الدَّمُ فِي عُرُوقِ الأَبَوَيْنِ وَالاِبْنَةِ، إِذْ لاَ قِبَلَ لَهُمْ بِمُوَاجَهَةِ ذَلِكَ الْوَحْشِ الْمُخِيفِ الْمُفْتَرِسِ .

وَفَجْأَةً يَظْهَرُ (فرساوس) أَوْ (حَامِلُ رَأْسِ الْغُولِ)، وَهُوَ رَأْسُ السَّاحِرَةِ (ميدوزا الجرجونية) الَّتِي قَضَى عَلَيْهَا لِيُخَلِّصَ النَّاسَ مِنْ سِحْرِهَا الَّذِي كَانَتْ تُحَوِّلُهُمْ بِوَسَاطَتِهِ إِلَى حَجَرٍ .

وَيَرَى (فرساوس) كَيْفَ أَنَّ (قيطس) يَتَقَدَّمُ شَيْئاً فَشَيْئاً مِنْ (أندروميدا) لِيَفْتَرِسَهَا، فَيَقْفِزَ مِنْ صَهْوَةِ جَوَادِهِ إِلَى الأَرْضِ قَفْزَةً سَرِيعَةً يَدُقُّ بِهَا الأَرْضَ دَقّاً، مِمَّا أَثَارَ عَاصِفَةً مِنَ التُّرَابِ تَتَمَثَّلُ الْيَوْمَ فِي مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ الْخَافِتَةِ تُرَى قُرْبَ (فرساوس) . ثُمَّ يُقَدِّمُ رَأْسَ (الْغُولِ ميدوزا) إِلَى (قيطس) كَيْ يُلْهِيَهُ لِفَتْرَةٍ عَنِ افْتِرَاسِ (أندروميدا) طَالِباً مِنْهُ أَنْ يُحَوِّلَ هَذَا الرأسُ إِلَى قِطْعَةِ صَخْرٍ .

وَفِيمَا يَقُومُ (قيطس) بِمُحَاوَلَتِهِ هَذِهِ، وَقَدْ غَفَلَ عَنْ (أندروميدا)، يَقْطَعُ (فرساوس) سَلاَسِلَ (أندروميدا) وَيَحْمِلُهَا مَعَهُ عَلَى صَهْوَةِ جَوَادِهِ، وَيَأْخُذُ يَتَرَاجَعُ مُتَقَهْقِراً ، حَيْثُ يَتَعَرَّضُ لِكَمَائِنَ تَنْصِبُهَا لَهُ حَيوَانَاتٌ بَحرِيَّةٌ مِنْهَا : (الْحُوتُ أَوِ السَّمَكَتَانِ) وَ(الْحُوتُ الْجَنُوبِيُّ أَوِ السَّمَكَةُ الْجَنُوبِيَّةُ) وَ(الدَّلْوُ أَوْ سَاكِبُ الْمَاءِ) الَّذِي أَمْسَكَ بِيَدِ (فرساوس)، وَلَكِنَّهُ أَفْلَتَ مِنْهُ؛ وَتَمَّتْ نَجَاةُ (أندروميدا) عَلَى يَدِ (فرساوس).

وَفِي خَرِيفِ كُلِّ عَام، نَسْتَطِيعُ رُؤْيَةَ كُلِّ تِلْكَ الْكَوَاكِبِ وَالْبُرُوجِ الَّتِي نُسِجَتْ حَوْلَهَا تِلْكَ الْمَلْحَمَةُ. وَعِنْدَمَا تُغَيِّرُ الأَرْضُ مَوْقِعَهَا فِي الْفَضَاءِ، بِسَبَبِ دَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ، نُلاَحِظُ أَنَّ أَكْثَرَ تِلْكَ الْكَوْكَبَاتِ وَالْبُرُوجِ لاَ تَعُودُ تَظْهَرُ فِي سَمَائِنَا خِلاَلَ فَصْلَيْ الشِّتَاءِ وَالرَّبِيعِ ، وَإِنَّمَا تَظْهَرُ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا بَقِيَ مِنْهَا ظَاهِراً لَنَا، كَوْكَبَاتٌ وَبُرُوجٌ أُخْرَى مِثْلُ (الْجَبَّارِ) وَ(الْكَلْبِ الأَكْبَرِ) وَ(الْكَلْبِ الأَصْغَرِ) وَ(الأَرْنَبِ) وَ(وَحِيدِ الْقَرْنِ) وَبُرْجِ (الثَّوْرِ).

وَقَدْ رَسَمَ الشُّعَرَاءُ حَوْلَ هَذِهِ الْكَوْكَبَاتِ وَذَلِكَ الْبُرْجِ لَوْحَةً شِعْرِيَّةً تُمَثِّلُ (الْجَبَّارَ) عَلَى هَيْئَةِ صَيَّادٍ مُتَمَنْطِقٍ بِحِزَامٍ يَخْطَفُ الأَبْصَارَ، إِذْ تَنْتَظِمُ فِيهِ ثَلاَثَةُ نُجُومٍ مُصْطَفَّةٌ عَلَى خَطٍّ وَاحِدٍ، وَنَجِدُ حَوْلَ الصَّيادِ كِلاَبَهُ الَّتِي أَعَدَّهَا لِلصَّيْدِ، وَالْحَيوَانَاتِ الَّتِي يَسْتَعِدُّ لِصَيْدِهَا مِثْلُ (الأَرْنَبِ) وَ(الثَّوْرِ).

وَيَشْعُرُ (الثَّوْرُ) بِمَا يُبَيِّتُهُ لَهُ (الْجَبَّارُ) مِنْ أَمْرٍ، فَيَخْفِضُ رَأْسَهُ مُعِدّاً قُرُونَهُ الضَّخْمَةَ الصُّلْبَةَ لِمُلاَقَاةِ ذَلِكَ الصَّيادِ. وَعِنْدَهَا يَرْفَعُ الصَّيادُ - أَيْ (الْجَبَّارُ) - هِرَاوَةً غَلِيظَةً فِي يَدِهِ، مُتَأَهِّباً لِمُلاَقَاةِ (الثَّوْرِ) وَالْبَطْشِ بِهِ.

وَهُنَاكَ مَجْمُوعَةٌ أُخْرَى مِنْ كَوْكَبَاتِ السَّمَاءِ، مِثْلُ (السَّفِينَةِ) وَ(الْيَمَامَةِ) وَ(الْغُرَابِ) وَ(الأَرْنَبِ) وَ(الشُّجَاعِ - أَيِ الْحَيَّةِ الْمَائِيَّةِ) وَ(الْبَاطِيَةِ - أَيْ فُوَّهَةِ الْبُرْكَانِ أَوِ الْكَأْسِ)، نُسِجَتْ حَوْلَهَا قِصَّتَانِ مُخْتَلِفَتَانِ عَنْ بَعْضِهِمَا :

- الأُولَى : إِنَّهُ عِنْدَمَا حَدَثَ الطُّوفَانُ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ، لَمْ يَبْقَ عَلَى وَجْهِ الْبَسِيطَةِ شَيْءٌ حَيٌّ إِلاَّ وَقَدْ قُضِيَ عَلَيْهِ، بِاسْتِثْنَاءِ مَا حَمَلَتْهُ السَّفِينَةُ مِنْ بَشَرٍ وحَيَوَانَاتٍ كَانَ أَهَمَّهَا : (الْيَمَامَةُ وَالْغُرَابُ وَالأَرْنَبُ وَالشُّجَاعُ)؛ وَإِنَّهُ عِنْدَمَا انْتَهَى الطُّوفَانُ، وَأَخَذَتْ مِيَاهُهُ بِالانْخِفَاضِ، رَسَتِ السَّفِينَةُ عَلَى قِمَّةِ (فُوَّهَةِ الْبُرْكَانِ) الَّتِي كَانَتْ أَوَّلَ مَا انْحَسَرَ عَنْهُ الطُّوفَانُ بِسَبَبِ ارْتِفَاعِهَا . وَظَلَّتِ السَّفِينَةُ وَمَنْ فِيهَا مُدَّةً عَلَى حَالِهَا، دُونَ أَنْ يَنْكَشِفَ لِمَنْ كَانَ فِيهَا أَرْضٌ يُمْكِنُهُمُ الإِبْحَارُ بِاتِّجَاهِهَا وَالنُّزُولُ إِلَيْهَا، لِذَا أُرْسِلَتِ (الْيَمَامَةُ) وَ(الْغُرَابُ) لِلْبَحْثِ عَمَّا إِذَا كَانَتْ هُنَاكَ مَنَاطِقَ قَدِ انْحَسَرَ عَنْهَا الطُّوفَانُ، وَبَعْدَ مُدَّةٍ، عَادَ كُلٌّ مِنَ (الْيَمَامَةِ) وَ(الْغُرَابِ)، وَقَدْ حَمَلَ كُلٌّ مِنْهُمَا فِي رِجْلَيْهِ غُصْناً صَغِيراً مِنَ الزَّيْتُونِ، مُلَطَّخاً بِالْوَحْلِ، دَلاَلَةً عَلَى وُجُودِ أَرْضٍ يُمْكِنُ الرَّحِيلُ إِلَيْهَا، وَقَدْ تَمَّ ذَلِكَ.

- أَمَّا الْقِصَّةُ الثَّانِيَةُ، فَقَدْ جَاءَ فِيهَا : إِنَّ الْبَطَلَ الْبَحَّارَ (غاسون) قَدْ أَبْحَرَ مَعَ مَجْمُوعَةٍ مِنْ رِجَالِهِ فِي السَّفِينَةِ، امْتِثَالاً لأَمْرِ آلِهَةِ الْيُونَانِيِّينَ الَّتِي طَلَبَتْ مِنْهُ أَنْ يَبْحَثَ عَنْ جَرَّةٍ ذَهَبِيَّةٍ، مَمْلُوءةٍ ذَهَباً، فِي قَاعِ الْبَحْرِ، وَفِي مَكَانٍ مِنْهُ حَدَّدَتْهُ لَهُ الآلِهَةُ.

وَقَدْ أَبْحَرَ (غاسون) مَعَ رِجَالِهِ قَاصِداً ذَلِكَ الْمَكَانَ، وَقَدْ تَعَرَّضَ وَرِجَالُهُ إِلَى أَخْطَارٍ جَسِيمَةٍ فِي طَرِيقِهِمْ إِلَى ذَلِكَ الْمَكَانِ، كَمَا هُوجِمُوا أَثْنَاءَ بَحْثِهِمْ عَنِ الْجَرَّةِ الذَّهَبِيَّةِ. وَأَخِيراً، حِينَ لَمْ يُوَفَّقُوا فِي الْعُثُورِ عَلَى تِلْكَ الْجَرَّةِ، غَضِبَتِ الآلِهَةُ غَضَباً شَدِيداً، كَانَ مِنْ نَتِيجَتِهِ أَنْ أَحَالَتْهُمْ إِلَى نُجُومٍ تَكَوَّنَتْ مِنْهَا (كَوْكَبَةُ السَّفِينَةِ).

وَهُنَاكَ مَجْمُوعَةٌ أُخْرَى مِنَ النُّجُومِ، تَظْهَرُ بَهِيَّةً لاَمِعَةً فِي لَيَالِي فَصْلِ الرَّبِيعِ عَلَى مَقْرُبَةٍ مِنْ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ)، حَيْثُ تَقَعُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (بُرْجِ السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعَذْرَاءِ). وَقَدْ دُعِيَتْ تِلْكَ الْمَجْمُوعَةُ النَّجْمِيَّةُ بِاسْمِ (بيرنيكس) أَوْ (برنيقة) نِسْبَةً إِلَى مَلِكَةِ مِصْرَ (بيرنيكس)، زَوْجَةِ مَلِكِ مِصْرَ (بطليموس)،

وكَانَتْ مَشْهُورَةً بِجَمَالِ شَعْرِهَا، فَنَذَرَتْ مَرَّةً أَنَّهُ إِنْ عَادَ زَوْجُهَا سَالِماً مِنْ حَمْلَةٍ خَطِيرَةٍ كَانَ يَقُودُهَا إِلَى بِلَادِ الشَّامِ، لَتَقُصَّنَّ شَعْرَهَا، وَلْتُودِعَنَّهُ مَعْبَدَ (أرسينو).

وَلَمَّا بَلَغَهَا أَنَّ زَوْجَهَا فِي طَرِيقِهِ إِلَيْهَا سَالِماً، بَعْدَ قَضَائِهِ عَلَى أَعْدَائِهِ، بَرَّتْ بِوَعْدِهَا، إِذْ قَصَّتْ شَعْرَهَا وَسَلَّمَتْهُ إِلَى كَاهِنِ الْمَعْبَدِ.

وَعِنْدَمَا عَادَ الْمَلِكُ، وَرَأَى زَوْجَتَهُ بِشَعْرِهَا الْقَصِيرِ، اسْتَشَاطَ غَضَباً، وَامْتَنَعَ عَنِ التَّحَدُّثِ إِلَيْهَا، وَالاقْتِرَابِ مِنْهَا. فَأَبْلَغَتِ الْمَلِكَةُ كَاهِنَ مَعْبَدِ (أرسينو) بِمَا جَرَى، وَرَجَتْهُ أَنْ يَتَدَخَّلَ بِمَا لَهُ مِنْ نُفُوذٍ عِنْدَ الْمَلِكِ كَيْ يَغْفُرَ لَهَا مَا فَعَلَتْهُ. فَجَاءَ الْكَاهِنُ إِلَى الْمَلِكِ، وَأَبْلَغَهُ بِأَنَّ الشَّعْرَ الَّذِي تَسَلَّمَهُ مِنَ الْمَلِكَةِ، أَوْدَعَهُ السَّمَاءَ لِيَتَمَكَّنَ جَمِيعُ سُكَّانِ الأَرْضِ مِنْ رُؤْيَةِ جَمَالِهِ، وَالتَّمَتُّعِ بِهِ إِلَى الأَبَدِ، وَأَشَارَ بِيَدِهِ إِلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ اللاَّمِعَةِ الَّتِي تُشْبِهُ الشَّعْرَ الذَّهَبِيَّ بِبَرِيقِهِ، وَقَالَ لِلْمَلِكِ: هُوَ ذَا شَعْرُ (بيرنيكس). وَعِنْدَهَا سَكَنَ الْغَضَبُ عَنِ الْمَلِكِ، وَسُرَّ بِمَا فَعَلَتْهُ زَوْجَتُهُ، وَانْقَلَبَ إِلَيْهَا رَاضِياً مَسْرُوراً.

الطَّالِعُ الْمُسْتَقِيمُ لِلنُّجُومِ

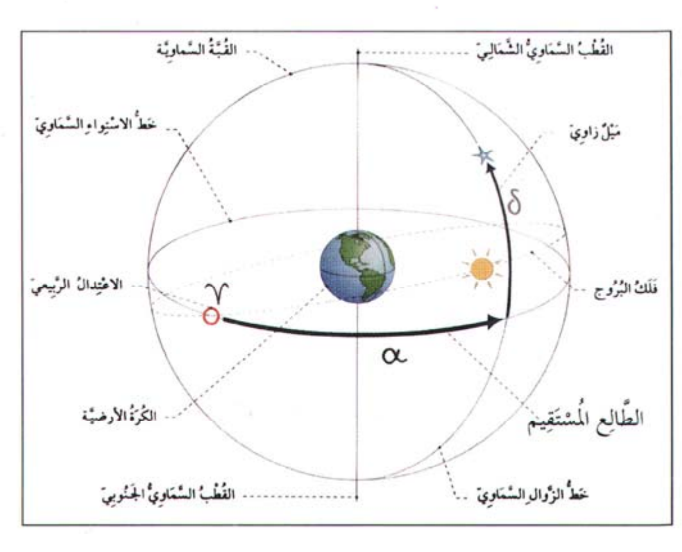
وَيُقْصَدُ بِهِ لَحْظَةُ عُبُورِ النَّجْمِ لِخَطِّ طُولِ (غرينيتش)؛ وَتُحَدَّدُ تِلْكَ اللَّحْظَةُ بِوَسَاطَةِ سَاعَةٍ فَلَكِيَّةٍ، وَهِيَ السَّاعَةُ الَّتِي يُتِمُّ مُؤَشِّرُ عَقْرَبِ السَّاعَاتِ فِيهَا دَوْرَةً كَامِلَةً كُلَّ (23) سَاعَةٍ وَ(56) دَقِيقَةٍ وَ(4) ثَوَانٍ.

وَلَوْ أَنَّنَا أَخَذْنَا نَجْماً كَنَجْمِ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّةِ)، لَرَأَيْنَاهُ يَعْبُرُ هَذَا الْخَطَّ فِي السَّاعَةِ (6 : 40). وَلَوْ رَاقَبْنَا هَذَا النَّجْمَ فِي اللَّيْلَةِ الثَّانِيَةِ، عِنْدَ عُبُورِهِ لِخَطِّ (غرينيتش) الَّذِي عَبَرَهُ فِي اللَّيْلَةِ السَّابِقَةِ، وَنَظَرْنَا إِلَى السَّاعَةِ الْفَلَكِيَّةِ، لَرَأَيْنَا مَوْعِدَ الْعُبُورِ فِيهَا نَفْسَهِ، أَيْ فِي السَّاعَةِ (6 : 40).

أَمَّا إِذَا مَا اسْتَعْمَلْنَا السَّاعَةَ الْعَادِيَةَ، أَيِ الشَّمْسِيَّةَ، الَّتِي يَدُورُ مُؤَشِّرُهَا (عَقْرَبُهَا) السَّاعِيُّ دَوْرَةً كَامِلَةً كُلَّ (24) سَاعَةً، لَرَأَيْنَا أَنَّ عُبُورَهُ لِخَط (غرينيتش) قَدْ تَأَخَّرَ عَنِ اللَّيْلَةِ السَّابِقَةِ بِمِقْدَارِ (3) دَقَائِقَ وَ(56) ثَانِيَةً، كَمَا سَيَتَأَخَّرُ فِي اللَّيْلَةِ الثَّالِثَةِ بِنَفْسِ الْمِقْدَارِ الزَّمَنِيِّ؛ وَمَا ذَلِكَ إِلاَّ بِسَبَبِ حَرَكَةِ الأَرْضِ الانْتِقَالِيَّةِ، وَتَحَرُّكِ الأَرْضِ عَلَى مَدَارِهَا بِمِقْدَارِ دَرَجَةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ يَوْمٍ، مِمَّا يَجْعَلُ خَطَّ الزَّوَالِ لاَ يَعُودُ إِلَى مَكَانِهِ تَحْتَ النَّجْمِ إِلاَّ بَعْدَ مُرُورِ (3) دَقَائِقَ وَ(56) ثَانِيَةً، وَذَلِكَ بِالنِّسْبَةِ لِلسَّاعَةِ الشَّمْسِيَّةِ كَمَا قَدَّمْنَا.

وَتَحْرِصُ جَمِيعُ الْمَرَاصِدِ فِي الْعَالَمِ عَلَى اقْتِنَاءِ السَّاعَةِ الْفَلَكِيَّةِ الَّتِي تُنْبِئُنَا بِمَوْقِعِ النُّجُومِ فِي السَّمَاءِ خِلاَلَ (23) سَاعَةً وَ(56) دَقِيقَةً وَ(4) ثَوَانٍ.

أَمَّا السَّاعَةُ الْعَادِيَةُ، أَيِ الشَّمْسِيَّةُ، فَتُنْبِئُنَا بِمَوْقِعِ الشَّمْسِ فِي السَّمَاءِ خِلاَلَ (24) سَاعَةً، لأَنَّ مُؤَشِّرَهَا (عقربَها) يَكُونُ فَوْقَ الرَّقْمِ (12) ظُهْراً عِنْدَمَا تَعْبُرُ الشَّمْسُ خَطَّ (غرينيتش). وَعِنْدَمَا تَعْبُرُهُ فِي الْيَوْمِ الثَّانِي، بَعْدَ مُضِيِّ (24) سَاعَةً، نَجِدُ أَنَّ مُؤَشِّرَ هَذِهِ السَّاعَةِ قَدْ بَلَغَ الرَّقْمَ (12) مَرَّةً ثَانِيَةً.



الْيَوْمُ النَّجْمِيُّ وَالْيَوْمُ الشَّمْسِيُّ

تَدُورُ الأَرْضُ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ نَفْسِهَا، فَيَنْتُجُ عَنْ

ذَلِكَ يَوْمٌ وَاحِدٌ، أَيْ نَهارٌ وَلَيْلٌ، إلاَّ أَنَّ هَذِهِ الدَّوْرَةَ تَخْتَلِفُ مُدَّتُها الزَّمَنِيَّةُ بِاخْتِلافِ الْجُرْمِ الَّذِي دَارَتِ الأَرْضُ أَمَامَهُ، فَهِيَ تُتِمُّ دَوْرَةً كَامِلَةً أَمَامَ أَيِّ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ السَّمَاءِ خِلاَلَ (23) سَاعَةً وَ(56) دَقِيقَةً وَ(4) ثَوانٍ؛ بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ تِلْكَ الدَّوْرَةَ لاَ تَكْتَمِلُ أَمَامَ الشَّمْسِ بِسَبَبِ قُرْبِهَا النِّسْبِيِّ مِنَّا بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ بُعْدِ النُّجُومِ عَنَّا، وَأَنَّهُ لاَ بُدَّ لِلأَرْضِ مِنْ زَمَنٍ

القطب السماوي الشمالي

خط الإستواء السماوي

القطب السماوي الجنوبي

مَوقع النُّجوم في السَّماءِ بإحدَاثيّتها عَلَى الكُرَةِ السَّماويّة

قَدْرُهُ (3) دَقَائِقَ وَ(56) ثَانِيَةً حَتَّى تُتِمَّ دَوْرَتَهَا أَمَامَ الشَّمْسِ، لأَنَّ الأَرْضَ تَكُونُ قَدْ غَيَّرَتْ مَوْقِعَهَا عَلَى مَدَارِهَا بِمِقْدَارِ دَرَجَةٍ وَاحِدَةٍ بِسَبَبِ حَرَكَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ، وَهِيَ تَحْتَاجُ إِلَى ذَلِكَ الزَّمَنِ الَّذِي أَشَرْنَا إِلَيْهِ لِتُتِمَّ دَوْرَتَهَا تِلْكَ.

تَحْدِيدُ دَرَجَةِ عَرْضِ نَجْمٍ

لِتَعْيِينِ دَرَجَةَ عَرْضِ مَكَانٍ مَا عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ، نُحَدِّدُ بُعْدَهُ عَنْ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، شَمَالاً أَوْ جَنُوباً، مُقَدَّراً بِالدَّرَجَاتِ الْعَرْضِيَّةِ؛ فَنَقُولُ إِنَّهُ يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (5) خَمْسَ دَرَجَاتٍ جَنُوباً، أَيْ جَنُوبَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، أَو يَكُونُ عَلَى بُعْدِ (20) عِشْرِينَ دَرَجَةٍ شَمَالاً، أَيْ شَمَالَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ.

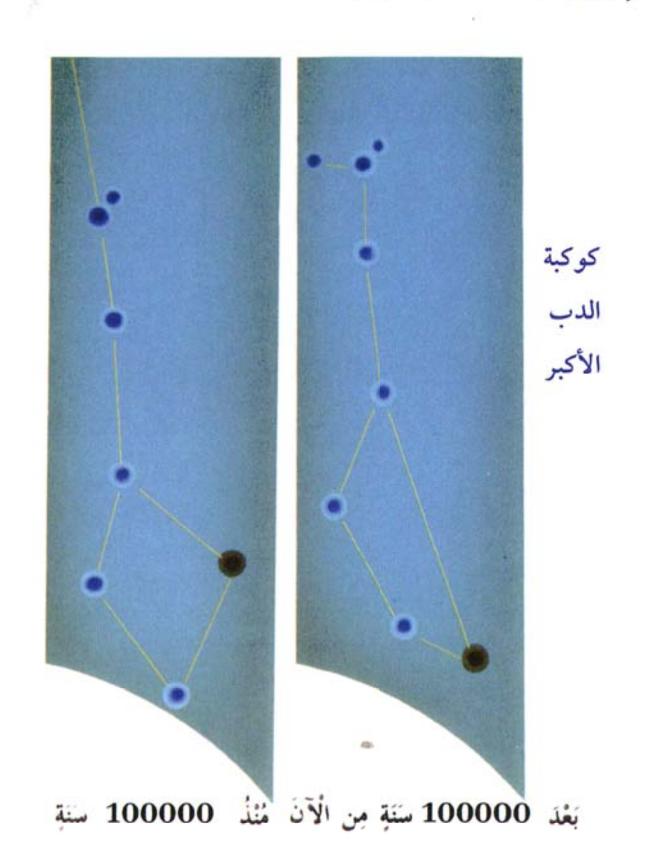
أَمَّا بِالنِّسْبَةِ لِتَحْدِيدِ دَرَجَةَ عَرْضِ نَجْمٍ، فَالأَمْرُ مُخْتَلِفٌ عَمَّا شَاهَدْنَاهُ بِالنِّسْبَةِ لِسَطْحِ الأَرْضِ، عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ السَّمَاءَ قَدْ أُعْطِيَتْ إِحْدَاثِيَّاتٍ جُغْرَافِيَّةً تُشْبِهُ الإِحْدَاثِيَّاتِ الْجُغْرَافِيَّةَ لِلْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ، حَيْثُ نَجِدُ فِيهَا خَطّاً اسْتِوَائِيّاً سَمَاوِيّاً وَ(90) دَرَجَةَ عَرْضٍ شَمَالِيَّةٍ وَ(90) دَرَجَةَ عَرْضٍ جَنُوبِيَّةٍ، وَفِيهَا (360) نِصْفَ دَائِرَةِ طُولٍ سَمَاوِيَّةٍ، وَلَهَا مِحْوَرٌ وَهْمِيٌّ سَمَاوِيٌّ يُعَدُّ امْتِدَاداً لِمِحْوَرِ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ. فَإِنَّ خَطَّ الاسْتِوَاءِ السَّمَاوِيَّ لاَ يُعَدُّ بِدَايَةَ دَرَجَاتِ الْعَرْضِ السَّمَاوِيَّةِ لِلنُّجُومِ، وَإِنَّمَا يُعَدُّ نَجْمُ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ هُوَ الْبِدَايَةُ لَهَا، وَيُعْطَى رَقْمَ (0). كَمَا يُعَدُّ نَجْمُ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ هُوَ نِهَايَةُ دَرَجَاتِ عَرْضِ النُّجُومِ، وَيُعْطَى رَقْمَ (180)، وَلِهَذَا نَقُولُ إِنَّ نَجْمَ (الذَّنَبِ) فِي كَوْكَبَةِ (الدَّجَاجَةِ) يَقَعُ عَلَى دَرَجَةِ الْعَرْضِ السَّمَاوِيَّةِ (45)، وَإِنَّ نَجْمَ (الشِّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ) فِي كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الأَكْبَرِ) يَقَعُ عَلَى دَرَجَةِ الْعَرْضِ السَّمَاوِيَّةِ (107)، أَيْ بُعْدُهُمَا عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ.

تَغَيُّرُ وَجْهِ السَّمَاءِ

لاَ يُمْكِنُ للإِنْسَانِ الْعَادِيِّ أَنْ يَلْحَظَ أَيَّ تَغَيُّرٍ فِي شَكْلِ النُّجُومِ، فِي مَدَى عُمْرِهِ الْقَصِيرِ، نَظَراً لِلْبُعْدِ السَّحِيقِ بَيْنَنَا وَبَيْنَهَا، عِلْماً بِأَنَّهَا تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَاتٍ هَائِلَةٍ كَمَا مَرَّ مَعَنَا.

إِلاَّ أَنَّ تَصْوِيرَ السَّمَاءِ بِالْمَرَاقِبِ عَلَى مَدَى سِنِينَ طَوِيلَةٍ، أَظْهَرَ تَغَيُّراً طَفِيفاً فِي مَوَاقِعِ النُّجُومِ، مَكَّنَ عُلَمَاءَ الْفَلَكِ مِنْ تَحْدِيدِ اتِّجَاهَاتِ نُجُومِ كُلِّ كَوْكَبَةٍ مِنَ الْكَوْكَبَاتِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ نُجُومُهَا مَعاً، كَكَوْكَبَتَيْ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) وَ(بُرْجِ الْعَقْرَبِ)، وَمَا شَابَهَهُمَا، مِمَّا سَاعَدَهُمْ عَلَى التَّنَبُّؤِ بِالشَّكْلِ الَّذِي كَانَتْ عَلَيْهِ هَاتَانِ الْكَوْكَبَتَانِ مُنْذُ (100.000) عَامٍ، وَمَا سَتَؤُولُ إِلَيْهِ كُلٌّ مِنْهُمَا بَعْدَ (100.000) سَنَةٍ مِنْ يَوْمِنَا هَذَا، وَهُوَ شَكْلٌ يَخْتَلِفُ كَثِيراً عَمَّا نَرَاهُمَا عَلَيهِ الْيَوْمَ.

أَمَّا بِالنِّسْبَةِ لِلْكَوْكَبَاتِ الَّتِي يَسْلُكُ كُلُّ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِهَا اتِّجَاهاً خَاصّاً بِهِ، فَيَصْعُبُ التَّنَبُّؤُ عَنِ الشَّكْلِ الَّذِي سَتَؤُولُ إِلَيْهِ فِي ذَلِكَ الْمَدَى الْبَعِيدِ.



بَعْدَ 100000 سَنَةٍ مِن الْآنَ مُنْذُ 100000 سَنة

تَغَيُّرُ مَوْقِعِ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ

فِي عَامِ 1740م، اِكْتَشَفَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (برادلي) أَنَّ الْأَرْضَ تَتَرَنَّحُ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ، فَلَا تَسْلُكُ مَدَارَهَا الإِهْلِيلَجِيَّ تَمَاماً، وَإِنَّمَا تَتَّجِهُ إِلَى يَمِينِهِ قَلِيلاً تَارَةً، وَإِلَى يَسَارِهِ قَلِيلاً تَارَةً أُخْرَى؛ وَعَزَا ذَلِكَ يَوْمَهَا إِلَى أَثَرِ جَاذِبِيَّةِ الْقَمَرِ فِي الأَرْضِ.

وَلَمَّا جَاءَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ جيمس جينْز (1877 – 1946)، أَكَّدَ عَلَى مَا قَالَهُ (برادلي)، إِنَّمَا أَضَافَ إِلَيْهِ أَثَرَ جَذْبِ الشَّمْسِ قَائِلاً: "لَوْ أَنَّ الأَرْضَ كَانَتْ كُرَةً كَامِلَةَ الاِسْتِدَارَةِ، لَاقْتَصَرَ أَثَرُ جَذْبِ الشَّمْسِ فِيهَا عَلَى إِمْسَاكِهَا مِنْ أَنْ تَفْلَتَ مِنْ قَبْضَتِهَا فَقَطْ. أَمَا وَإِنَّ الأَرْضَ مُنْتَفِخَةٌ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهَا، فَإِنَّ تِلْكَ الْجَاذِبِيَّةَ تَعْمَلُ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْحَالَةِ، وَبِالتَّضَافُرِ مَعَ الْقَمَرِ، عَلَى تَرَنُّحِ الأَرْضِ طِيلَةَ دَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ، وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى زَحْزَحَةِ مِحْوَرِ الأَرْضِ قَلِيلاً عَنْ نُقْطَةِ الْقُطْبِ الْجُغْرَافِيِّ السَّمَاوِيِّ سَنَوِيّاً، تِلْكَ النُّقْطَةِ الَّتِي نَعْتَبِرُهَا ثَابِتَةً لَا يَتَغَيَّرُ مَكَانُهَا، وَيُمَثِّلُهَا آخِرُ نَجْمٍ فِي ذَيْلِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ)، وَهُوَ مَا نَدْعُوهُ بِالنَّجْمِ الْقُطْبِيِّ، وَالَّتِي كُنَّا نَحْسَبُ أَنَّ مِحْوَرَ الأَرْضِ لَا يُغَيِّرُ اتِّجَاهَهُ نَحْوَهَا أَبَداً".

وَقَدْ حَسِبَ أَنَّ تَرَنُّحَ الأَرْضِ هَذَا يُؤَدِّي إِلَى ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الأَرْضِ عَنِ النُّقْطَةِ الَّتِي كَانَ قَائِماً فِيهَا عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ بِمِقْدَارِ (12) مِتْراً سَنَوِيّاً، وَيُقَابِلُ هَذِهِ الْمَسَافَةَ فِي السَّمَاءِ خَطٌّ مُنْحَنٍ وَهْمِيٌّ هَائِلُ الطُّولِ، تَكُونُ فِي أَوَّلِهِ نُقْطَةُ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ الْقَدِيمَةُ، وَتَكُونُ عِنْدَ نِهَايَتِهِ نُقْطَةُ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ الْجَدِيدَةُ.

وَمَعَ تَزَايُدِ ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الأَرْضِ عَنْ مَوْقِعِهِ الأَوَّلِ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ عَاماً بَعْدَ عَامٍ، يَزْدَادُ امْتِدَادُ الْخَطِّ الْوَهْمِيِّ الْمُنْحَنِي فِي السَّمَاءِ، وَيَزْدَادُ مَعَهُ ابْتِعَادُ نُقْطَةِ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ عَنْ مَكَانِهَا الأَوَّلِ، وَذَلِكَ بِالنِّسْبَةِ لِسُكَّانِ الأَرْضِ الَّذِينَ لَنْ يَلْحَظُوا ذَلِكَ التَّغْيِيرَ فِي الْمَوْقِعِ بِوُضُوحٍ قَبْلَ مُرُورِ مِئَاتِ السِّنِينَ، نَظَراً لِلْبُعْدِ السَّحِيقِ بَيْنَنَا وَبَيْنَ نَجْمِ الْقُطْبِ.

وَبَعْدَ انْقِضَاءِ (25.800) سَنَةٍ عَلَى بَدْءِ تَغَيُّرِ مَكَانِ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ، نَجِدُ أَنَّ الْخَطَّ السَّمَاوِيَّ الْوَهْمِيَّ الَّذِي كَانَ يَتَزَايَدُ امْتِدَادُهُ طِيلَةَ تِلْكَ الْفَتْرَةِ، مَعَ ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الأَرْضِ عَنْ مَكَانِهِ، قَدِ الْتَقَى آخِرُهُ بِأَوَّلِهِ، مُتَحَوِّلاً إِلَى دَائِرَةٍ مُنْتَظَمَةٍ، وَأَنَّ النُّقْطَةَ الَّتِي حَدَثَ عِنْدَهَا انْغِلَاقُ الدَّائِرَةِ هِيَ نَفْسُ نُقْطَةِ الْقُطْبِ الَّتِي كَانَ مِحْوَرُ الأَرْضِ قَدْ غَادَرَهَا مُنْذُ (25.800) سَنَةٍ. وَتَكُونُ الأَرْضُ خِلَالَ تِلْكَ الْحُقْبَةِ الطَّوِيلَةِ مِنَ الزَّمَنِ قَدْ رَسَمَتْ بِمِحْوَرِهَا فِي الْقُبَّةِ الشَّمَالِيَّةِ لِلسَّمَاءِ مَخْرُوطاً وَهْمِيّاً، رَأْسُهُ عِنْدَ مَرْكَزِ الأَرْضِ، وَقَاعِدَتُهُ هِيَ تِلْكَ الدَّائِرَةُ

الْوَهْمِيَّةُ فِي السَّمَاءِ؛ كَمَا تَكُونُ قَدْ رَسَمَتْ مَخْرُوطاً آخَرَ وَهْمِيّاً بِمِحْوَرِهَا أَيْضاً فِي الْقُبَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ لِلسَّمَاءِ، عَلَى غِرَارِ الْمَخْرُوطِ الأَوَّلِ، وَتَكُونُ نُقْطَةُ الْتِقَاءِ رَأْسَيِّ الْمَخْرُوطَيْنِ فِي مَرْكَزِ الأَرْضِ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ الْقُطْبَ الْجَنُوبِيَّ، بِتَغْيِيرِ مَوْقِعِهِ الْمُسْتَمِرِّ، قَدْ رَسَمَ فِي الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ ذَاتَ الدَّائِرَةِ الَّتِي رَسَمَهَا الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ فِي الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الشَّمَالِيَّةِ.

نُقْطَةُ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ

لاَ نَجِدُ عِنْدَ النِّهَايَةِ الْجَنُوبِيَّةِ لِلْمِحْوَرِ السَّمَاوِيِّ الْوَهْمِيِّ نَجْماً يُمْكِنُ اعْتِبَارُهُ نَجْمَ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ كَمَا هُوَ الْحَالُ بِالنِّسْبَةِ لِلنِّهَايَةِ الشَّمَالِيَّةِ لِذَاكَ الْمِحْوَرِ.

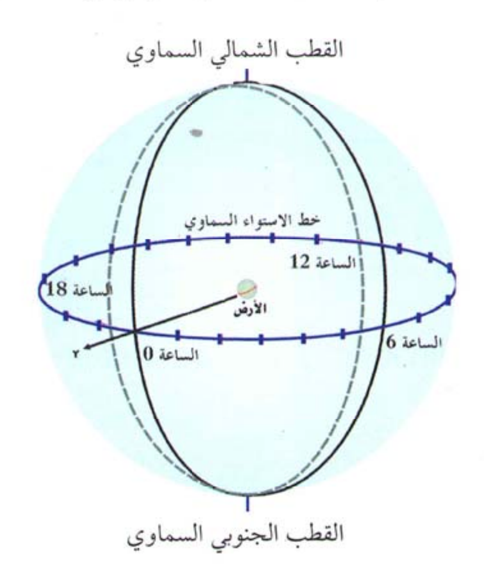
وَلِكَيْ يُحَدِّدَ سُكَّانُ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ نُقْطَةَ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ السَّمَاوِيِّ، فَإِنَّهُمْ يَسْتَعِينُونَ بِكَوْكَبَةِ (التَّصَالُبِ الْجَنُوبِيِّ)، فَيُقَدِّرُونَ مَسَافَةً فِي السَّمَاءِ تُعَادِلُ (4) أَمْثَالِ مَسَافَةِ الْخَطِّ الطَّوِيلِ فِي كَوْكَبَةِ (التَّصَالُبِ الْجَنُوبِيِّ)، وَيَمُدُّونَهُ عَلَى اسْتِقَامَةِ ذَلِكَ الْخَطِّ، بَدْءاً مِنَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (نَجْمَ التَّصَالُبِ)، وَعِنْدَ نِهَايَةِ تِلْكَ الْمَسَافَةِ، يَكُونُ مَوْقِعُ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ.


كَوكَبَة التَصَالُب حَيثُ القُطب الجَنُوبِي

إِحْدَاثِيَّاتُ الْكُرَةِ السَّمَاوِيَّةِ

قَسَّمَ الْفَلَكِيُّونَ الْكُرَةَ السَّمَاوِيَّةَ إِلَى (360) خَطِّ طُولٍ أَوْ نِصْفِ دَائِرَةِ طُولٍ، وَاعْتَبَرُوا خَطَّ الطُّولِ (0) الْمُنْطَبِقَ عَلَى خَطِّ طُولِ (غرينيتش) عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ بِدَايَةً لِتِلْكَ الْخُطُوطِ السَّمَاوِيَّةِ الطُّولِيَّةِ، وَالْخَطَّ السَّمَاوِيَّ الْمُقَابِلَ لِهَذَا الْخَطِّ خَطَّ مُنْتَصَفِ اللَّيْلِ السَّمَاوِيِّ؛ كَمَا قَسَّمُوا تِلْكَ الْكُرَةَ إِلَى (180) دَائِرَةَ عَرْضٍ: (90) مِنْهَا فِي نِصْفِ الْكُرَةِ السَّمَاوِيَّةِ الشَّمَالِيِّ وَ(90) مِنْهَا فِي نِصْفِ الْكُرَةِ السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيِّ. وَاعْتَبَرُوا خَطَّ أَوْ دَائِرَةَ الْعَرْضِ (0) الْمُنْطَبِقَةَ عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ الأَرْضِيِّ بِدَايَةً لِتِلْكَ الْخُطُوطِ وَسَمَّوْهَا (الدَّائِرَةَ الاسْتِوَائِيَّةَ السَّمَاوِيَّةَ).

القطب الشمالي السماوي



القطب الجنوبي السماوي

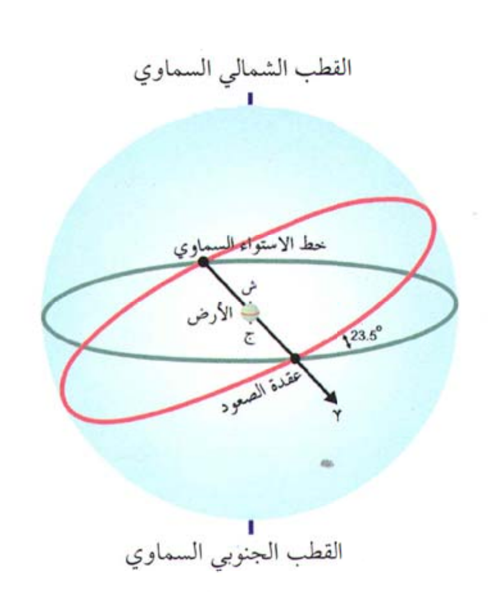
وَاعْتَبَرُوا الدَّائِرَةَ (90) شَمَالاً، وَالَّتِي تَحَوَّلَتْ بِسَبَبِ صِغَرِهَا إِلَى نُقْطَةٍ، (الْقُطْبَ السَّمَاوِيَّ الشَّمَالِيَّ)، وَهُوَ يَنْطَبِقُ عَلَى نُقْطَةِ الْقُطْبِ الأَرْضِيِّ الشَّمَالِيِّ.

كَمَا اعْتَبَرُوا الدَّائِرَةَ (90) جَنُوباً، وَالَّتِي تَحَوَّلَتْ بِسَبَبِ صِغَرِهَا إِلَى نُقْطَةٍ، (الْقُطْبَ السَّمَاوِيَّ الْجَنُوبِيَّ)، وَهُوَ يَنْطَبِقُ عَلَى نُقْطَةِ الْقُطْبِ الأَرْضِيِّ الْجَنُوبِيِّ.

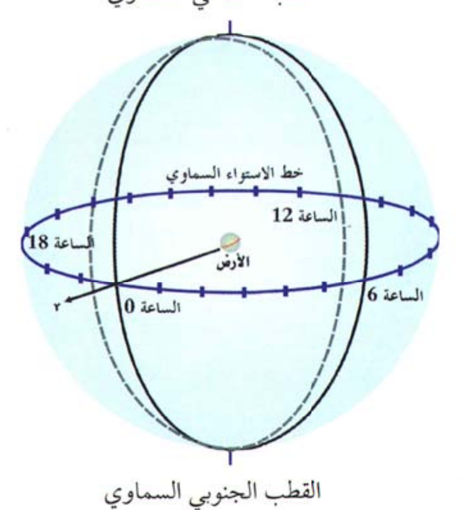
وَاعْتَبَرُوا الْخَطَّ الْوَهْمِيَّ الْوَاصِلَ بَيْنَ الْقُطْبَيْنِ السَّمَاوِيَّيْنِ الشَّمَالِيِّ وَالْجَنُوبِيِّ (الْمِحْوَرَ السَّمَاوِيَّ)، وَهُوَ مُنْطَبِقٌ عَلَى

الْمِحْوَرِ الأَرْضِيِّ.

وَتُدْعَى الدَّائِرَةُ الَّتِي تَرْسُمُهَا الشَّمْسُ فِي حَرَكَتِهَا الظَّاهِرِيَّةِ حَوْلَ الأَرْضِ خِلاَلَ عَامٍ كَامِلٍ (دَائِرَةَ الْخُسُوفِ وَالْكُسُوفِ) أَوْ (دَائِرَةَ الْبُرُوجِ) لأَنَّ الْبُرُوجَ السَّمَاوِيَّةَ، وَعَدَدُهَا اثْنَا عَشَرَ بُرْجاً تَرْتَصِفُ حَوْلَ تِلْكَ الدَّائِرَةِ. وَتُشَكِّلُ هَذِهِ الدَّائِرَةِ مَعَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ السَّمَاوِيِّ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (5 . 23°)، وَتُسَمَّى نُقْطَةُ تَقَاطُعِهِمَا (الْعُقْدَةَ).



وَقُسِّمَتِ الْكُرَةُ السَّمَاوِيَّةُ إِلَى قِسْمَيْنِ يَفْصِلُ بَيْنَهُمَا الْخَطُّ الاِسْتِوَائِيُّ السَّمَاوِيُّ : دُعِيَ الْقِسْمُ الشَّمَالِيُّ مِنْهُمَا (الْقُبَّةَ السَّمَاوِيَّةَ



الشَّمَالِيَّةَ)، وَدُعِيَ الْقِسْمُ الْجَنُوبِيُّ مِنْهُمَا (الْقُبَّةَ السَّمَاوِيَّةَ الْجَنُوبِيَّةَ).

مَرَاتِبُ النُّجُومِ

لَقَدْ صَنَّفَ الْعُلَمَاءُ نُجُومَ الْكَوْكَبَاتِ فِي خَمْسِ مَرَاتِبَ، وَجَعَلُوا أَدْنَاهَا قِيمَةً رَقْمِيَّةً أَعْلاَهَا مَرْتَبَةً وَأَكْثَرَهَا لَمَعَاناً. فَنَجْمُ (الشِّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ) مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الأُولَى، وَهُوَ أَكْثَرُهَا لَمَعَاناً، جُعِلَتْ قِيمَتُهُ الرَّقْمِيَّةُ (1-) وَمِثْلُهُ الشَّمْسُ، وَلَيْسَ لِسُوَاهِمَا بَيْنَ نُجُومِ السَّمَاءِ مِثْلُ هَذِهِ الْمَكَانَةِ. أَمَّا أَقَلُّ نُجُومِ السَّمَاءِ لَمَعَاناً، فَهِيَ نُجُومُ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، وَقِيمَتُهَا الرَّقْمِيَّةُ (5).

وَتَتَدَرَّجُ نُجُومُ السَّمَاءِ بَيْنَ هَذَيْنِ الرَّقْمَيْنِ، صُعُوداً أَوْ هُبُوطاً، عِلْماً بِأَنَّ نُجُومَ الْمَرْتَبَةِ الأُولَى قَدْ أُعْطِيَتْ رَقْمَيْنِ هُمَا : (1-) لِمَا كَانَ مِنْهَا شَدِيدَ اللَّمَعَانِ كَالشِّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ وَالشَّمْسِ، كَمَا قَدَّمْنَا، وَ(1) لِمَا كَانَ مِنْهَا أَقَلَّ لَمَعَاناً مِنْ هَذَيْنِ النَّجْمَيْنِ. لِذَا كَانَتْ مَرَاتِبُ النُّجُومِ الْخَمْسِ وَهِيَ : (الأُولَى وَالثَّانِيَةُ وَالثَّالِثَةُ وَالرَّابِعَةُ وَالْخَامِسَةُ) تُقَابِلُهَا سِتَّةُ أرقامٍ هِيَ : (1-)، (1)، (2)، (3)، (4) وَ(5).

وَهُنَاكَ كَوْكَبَاتٌ ذَاتُ نُجُومٍ خَافِتَةٍ، بَعْضُهَا مُتَقَارِبٌ وَبَعْضُهَا الآخَرُ مُبَعْثَرٌ، لَمْ يَتَمَكَّنِ الْعُلَمَاءُ مِنْ حَصْرِهَا فِي شَكْلٍ هَنْدَسِيٍّ، فَسَمَّوْهَا دُونَ أَنْ يَرْسُمُوا لَهَا شَكْلاً مُمَيَّزاً.

رُمُوزُ النُّجُومِ

كَمَا يُعْرَفُ الْبَيْتُ فِي الْمَدِينَةِ عَنْ طَرِيقِ التَّعَرُّفِ إِلَى الْحَيِّ الَّذِي يُوجَدُ فِيهِ ذَلِكَ الْبَيْتُ، ثُمَّ إِلَى الشَّارِعِ الْمُؤَدِّي إِلَيْهِ، ثُمَّ إِلَى الْبِنَاءِ وَرَقْمِ ذَلِكَ الْبَيْتِ فِيهِ، كَذَلِكَ يُمْكِنُنَا أَنْ نَسْتَرْشِدَ إِلَى أَيِّ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ السَّمَاءِ الْهَامَّةِ عَنْ طَرِيقِ مَعْرِفَةِ الْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودِ فِيهَا، ثُمَّ مَوْقِعِهِ مِنْهَا، ثُمَّ التَّرْتِيبِ الَّذِي صُنِّفَ فِيهِ عَلَى

لَقَدْ أَسْبَغَ الأَقْدَمُونَ، مِنْ فَلَكِيِّينَ وَفلاَسِفَةٍ وَشُعَرَاءَ، عَلَى كُلِّ مَجْمُوعَةٍ مِنْ تِلْكَ الْمَجْمُوعَاتِ صِفَةَ أَشْخَاصٍ أَوْ طُيُورٍ أَوْ حَيَوَانَاتٍ أَوْ نَبَاتَاتٍ أَوْ أَدَوَاتٍ، مِثْلُ ذَلِكَ (كَوْكَبَةُ الْجَبَّارِ) وَكَوْكَبَتَا (الدُّبِّ الأَصْغَرِ وَالدُّبِّ الأَكْبَرِ) وَكَوْكَبَةُ (بُرْجِ السُّنْبُلَةِ) وَكَوْكَبَةُ (السَّفِينَةِ) وَكَوْكَبَةُ (بُرْجِ الْمِيزَانِ).



وَهُنَاكَ نُجُومٌ يَدُلُّ عَلَيْهَا لَمَعَانُهَا الْبَرَّاقُ، دُونَمَا حَاجَةٍ لِذِكْرِ الْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودَةِ فِيهَا، فَيَكْفِي أَنْ يُذْكَرَ اسْمُهَا لِيُعْرَفَ مَوْقِعُهَا مِنَ السَّمَاءِ فَوْراً. وَمِنْ أَمْثَالِ تِلْكَ النُّجُومِ (الشِّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ) فِي كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الأَكْبَرِ) وَ(السمَّاكِ الرَّامِحِ) فِي كَوْكَبَةِ (الْعَوَّاءِ) وَ(الْعَيُّوقِ) فِي كَوْكَبَةِ (مُمْسِكِ الأَعِنَّةِ) وَ(النَّسْرِ الْوَاقِعِ) فِي كَوْكَبَةِ (اللورا أَوِ السَّلْيَاقِ)، وَغَيْرِهَا.

أَمَّا النُّجُومُ ذَاتُ اللَّمَعَانِ الْخَافِتِ، فَلاَ يُمْكِنُ الاسْتِدْلاَلُ عَلَيْهَا إِلاَّ عَنْ طَرِيقِ مَعْرِفَةِ الْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودَةِ فِيهَا، ثُمَّ الْحَرْفِ أَسَاسِ الرَّقْمِ أَوِ الْحَرْفِ الَّذِي يَحْمِلُهُ.

الَّذِي سُمِّيَ بِهِ ذَلِكَ النَّجْمُ، وَعِنْدَمَا تَسْتَنْفِدُ نُجُومُ الْكَوْكَبَةِ الْحُرُوفَ الأَبْجَدِيَّةَ كُلَّهَا، تُعْطَى النُّجُومَ الْبَاقِيَةَ فِيهَا أَرقَاماً مُتَسَلْسِلَةً بَدْءاً مِنْ رَقْمِ (27) وَهُوَ الرَّقْمُ التَّالِي لِعَدَدِ الْحُرُوفِ الأَبْجَدِيَّةِ اللاَّتِينِيَّةِ، وَعَدَدُهَا (26) حَرْفاً.

وَمِنَ الْكَوْكَبَاتِ الَّتِي سُمِّيَتْ نُجُومُهَا بِحُرُوفٍ، كَوْكَبَةُ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ)، فَقَدْ رُمِزَ لِنُجُومِهَا السَّبْعَةِ بِسَبْعَةِ حُرُوفٍ أَبْجَدِيَّةٍ هِيَ : (أ) أَوْ (ألفا) الدُّبُّ الأَصْغَرُ ، (ب) أَوْ (بيتا) الدُّبُّ الأَصْغَرُ، (ج) أَوْ (جاما)، (د) أَوْ (دلتا)، (س)، (و) وَ(ز).

أَمَّا فِي الْكَوْكَبَاتِ الَّتِي زَادَتْ نُجُومُهَا عَلَى عَدَدِ الْحُرُوفِ

الأَبْجَدِيَّةِ، فَقَدْ رُمِزَ لِلنُّجُومِ الزَّائِدَةِ عَنْ ذَلِكَ بِأَرْقَامٍ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الأَكْبَرِ) حَيْثُ دُعِيَ أَحَدُ نُجُومِهَا بِاسْمِ (27) الْكَلْبِ الأَكْبَرِ.

أَمَّا النُّجُومُ الَّتِي يَكُونُ لَمَعَانُهَا خَافِتاً لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، وَلاَ يُرَى إِلاَّ بِالْمَرَاقِبِ الْكَبِيرَةِ، فَيُمْكِنُ التَّعَرُّفُ إِلَيْهَا، وَإِلَى مَوَاقِعِهَا، بِوَسَاطَةِ أَطْلَسٍ نُجُومِيٍّ فَلَكِيٍّ دُعِيَ (سِجِلَّ نَمَاذِجِ النُّجُومِ) Catalog، حُدِّدَ فِيهِ مَوْقِعُ النَّجْمِ مِنَ الْكَوْكَبَةِ، كَمَا يُذْكَرُ فِيهِ رَقْمُ النَّجْمِ مُقْتَرِناً بِاسْمِ مُكْتَشِفِهِ وَوَاضِعِ الأَطْلَسِ النُّجُومِيِّ الَّذِي سُجِّلَ فِيهِ. وَمِثَالُ ذَلِكَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (359 وولف) أَيْ إِنَّهُ النَّجْمُ ذُو الرَّقْمِ (359) فِي الأَطْلَسِ النُّجُومِيِّ لِوَاضِعِهِ (وولف). وَمَا عَلَى الْبَاحِثِ إِلاَّ أَنْ يَعُودَ إِلَى الرَّقْمِ (359) فِي فِهْرِسْتِ هَذَا الأَطْلَسِ لِيَعْرِفَ مَوْقِعَ هَذَا النَّجْمِ فِي السَّمَاءِ، وَالْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودِ فِيهَا. وَهُنَاكَ نُجُومٌ مُنْعَزِلَةٌ، يُحَدَّدُ مَكَانُهَا مِنَ السَّمَاءِ فِي ذَلِكَ الأَطْلَسِ، دُونَ أَنْ تُرْبَطَ بِكَوْكَبَةٍ، وَإِنَّمَا يُسْتَدَلُّ عَلَى مَوَاقِعِهَا عَنْ طَرِيقِ أَقْرَبِ الْكَوْكَبَاتِ أَوِ النُّجُومِ الْمَشْهُورَةِ إِلَيْهَا.

الْبُرُوجُ

تَتَأَلَّفُ الْبُرُوجُ Zodiac مِنِ اثْنَتَيْ عَشْرَةَ كَوْكَبَةً نَجْمِيَّةً، تَمَيَّزَتْ بِهَذَا الاسْمِ عَنْ غَيْرِهَا مِنْ كَوْكَبَاتِ السَّمَاءِ الأُخْرَى لأَنَّهَا تَلْتَفُّ حَوْلَ (دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ) السَّمَاوِيَّةِ عَلَى شَكْلِ شَرِيطٍ تَمُرُّ الشَّمْسُ ظَاهِرِيّاً أَمَامَهُ خِلاَلَ عَامٍ كَامِلٍ قَاطِعَةً ثَلاَثَةَ بُرُوجٍ فِي كُلِّ فَصْلٍ مِنْ فُصُولِ السَّنَةِ.

وَقَدْ شَبَّهَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ بَعْضَهَا بِالْحَيَوَانَاتِ، وَبَعْضَهَا الآخَرَ بِنَبَاتٍ أَوْ أَدَاةٍ. كَمَا أَطْلَقُوا عَلَى بَعْضِهَا صِفَاتٍ بَشَرِيَّةً، وَأَعْطَوْهَا الأَسْمَاءَ التَّالِيَةَ: (الْحُوتَ - الْحَمَلَ - الثَّوْرَ - الْجَوْزَاءَ أَوِ التَّوْأَمَانِ - السَّرَطَانَ - الأَسَدَ - السُّنْبُلَةَ أَوِ الْعَذْرَاءَ - الْمِيزَانَ - الْعَقْرَبَ - الْقَوْسَ أَوِ الرَّامِي - الْجَدْيَ - الدَّلْوَ أَوْ سَاكِبَ الْمَاءِ).

مِنْطَقَةُ الْبُرُوجِ

تُشَكِّلُ مِنْطَقَةُ الْبُرُوجِ فِي السَّمَاءِ مَا يُشْبِهُ شَرِيطاً يَزِيدُ عَرْضُهُ عَلَى (16) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً، يَلْتَفُّ حَوْلَ (دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ)؛ لِذَا يُطْلَقُ عَلَى هَذِهِ الدَّائِرَةِ أَيْضاً اسْمُ (دَائِرَةِ الْبُرُوجِ) لأَنَّهَا تَكَادُ تَتَوَسَّطُ شَرِيطَ (الْبُرُوجِ)، إِذْ لاَ يَزِيدُ بُعْدُ حَافَّتَيْ ذَلِكَ الشَّرِيطِ عَنْهَا أَكْثَرَ مِنْ (8) دَرَجَاتِ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةٍ شَمَالاً وَجَنُوباً إِلاَّ قَلِيلاً.

وَ(دَائِرَةُ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ) هِيَ الْمَسَارُ الظَّاهِرِيُّ لِلشَّمْسِ عَلَى مَدَارِ السَّنَةِ. وَهِيَ تَتَقَاطَعُ مَعَ خَطِّ اسْتِوَاءِ الأَرْضِ بِزَاوِيَةٍ قَدْرُهَا (27. 23) دَرَجَةً، وَيَتِمُّ التَّقَاطُعُ عِنْدَ نُقْطَتَيْنِ تَقَعَانِ عَلَى خَطِّ اسْتِوَاءِ الأَرْضِ. وَتُدْعَى إِحْدَى النُّقْطَتَيْنِ اللَّتَيْنِ يَتِمُّ عِنْدَهُمَا التَّقَاطُعُ (نُقْطَةَ الصُّعُودِ) بَيْنَمَا تُدْعَى الثَّانِيَةُ (نُقْطَةَ النُّزُولِ). وَعِنْدَ تَعَامُدِ الشَّمْسِ عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ، عِنْدَ النُّقْطَةِ الأُولَى، يَبْدَأُ الاعْتِدَالُ الرَّبِيعِيُّ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَعِنْدَ تَعَامُدِهَا عَلَيْهِ عِنْدَ النُّقْطَةِ الثَّانِيَةِ، يَبْدَأُ الاعْتِدَالُ الْخَرِيفِيُّ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ أَيْضاً.

وَالأَرْضُ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ، تَحْتَاجُ إِلَى مُدَّةِ ثَلاَثَةِ شُهُورٍ - أَيْ إِلَى فَصْلٍ كَامِلٍ - كَيْ تَمُرَّ أَمَامَ (3) بُرُوجٍ؛ وَعَلَى هَذَا، فَهِيَ تَحْتَاجُ إِلَى سَنَةٍ كَامِلَةٍ كَيْ تُتِمَّ دَوْرَتَهَا أَمَامَ جَمِيعِ بُرُوجِ السَّمَاءِ. وَدُخُولُ الشَّمْسِ ظَاهِرِيّاً إِلَى بُرْجٍ مِنْ بُرُوجِ السَّمَاءِ فِي كُلِّ شَهْرٍ، هُوَ اصْطِلاَحٌ اتِّفَاقِيٌّ، لأَنَّهُ لاَ يَتَّصِفُ مَعَ الْوَاقِعِ لِسَبَبَيْنِ:

1. لأَنَّ الأَرْضَ هِيَ الَّتِي تَتَحَرَّكُ أَمَامَ الْبُرُوجِ لاَ الشَّمْسُ.
2. لأَنَّ الأَرْضَ تَمُرُّ أَمَامَ (30) دَرَجَةَ طُولٍ سَمَاوِيَّةً فِي كُلِّ شَهْرٍ. وَبَعْضُ الْبُرُوجِ مِثْلُ (السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعَذْرَاءِ) وَ(الدَّلْوِ أَوِ السَّاقِي) يَمْتَدُّ كُلٌّ مِنْهُمَا عَلَى أَكْثَرَ مِنْ (30) دَرَجَةَ طُولٍ سَمَاوِيَّةً، بَيْنَمَا لاَ يَمْتَدُّ كُلٌّ مِنَ الْبُرُوجِ التَّالِيَةِ: (الْمِيزَانِ) وَ(السَّرَطَانِ) وَ(الْحَمَلِ) وَ(الْحُوتِ) عَلَى أَكْثَرَ مِنْ (10 – 15) دَرَجَةَ طُولٍ سَمَاوِيَّةً.

تَوَزُّعُ الْبُرُوجِ فِي السَّمَاءِ

رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ (دَائِرَةَ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ) - أَيْ (دَائِرَةَ الْبُرُوجِ) - تَتَقَاطَعُ مَعَ خَطِّ الاِسْتِوَاءِ الأَرْضِيِّ فِي النُّقْطَتَيْنِ اللَّتَيْنِ يَبْدَأُ عِنْدَهُمَا الاِعْتِدَالاَنِ : الرَّبِيعِيُّ وَالْخَرِيفِيُّ، مُشَكِّلَةً زَاوِيَةً قَدْرُهَا (27 . 23) دَرَجَةً؛ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ نِصْفَ تِلْكَ الدَّائِرَةِ تَقَعُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ ، بَيْنَمَا يَقَعُ نِصْفُهَا الآخَرُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

وَلَمَّا كَانَ شَرِيطُ الْبُرُوجِ مُحِيطاً بِتِلْكَ الدَّائِرَةِ ، نَجِدُ أَنَّ سِتَّةً مِنْ تِلْكَ الْبُرُوجِ تَقَعُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ وَهِيَ : (الْحُوتُ، الْحَمَلُ ، الثَّوْرُ، الْجَوْزَاءُ أَوِ التَّوْأَمَانِ، السَّرَطَانُ، الأَسَدُ). بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ الْبُرُوجَ السِّتَّةَ الْبَاقِيَةَ ، تَقَعُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ وَهِيَ : (السُّنْبُلَةُ أَوِ الْعَذْرَاءُ، الْمِيزَانُ، الْعَقْرَبُ، الْقَوْسُ أَوِ الرَّامِي، الْجَدْيُ، الدَّلْوُ أَوْ سَاكِبُ الْمَاءِ).

دُخُولُ الشَّمْسِ إِلَى الْبُرُوجِ

كَانَ الاِعْتِقَادُ السَّائِدُ لَدَى الأَقْدَمِينَ، وَبِخَاصَّةٍ لَدَى الرُّومَانِ فِي الْعُصُورِ الْوُسْطَى، أَنَّ الأَرْضَ هِيَ مَرْكَزُ الْكَوْنِ، وَأَنَّ الشَّمْسَ وَالنُّجُومَ هِيَ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ الأَرْضِ، كَمَا يَتَرَاءَى لَنَا الأَمْرُ ظَاهِرِيّاً. كَمَا اعْتَقَدُوا بِأَنَّ الشَّمْسَ تَتَحَرَّكُ أَمَامَ بُرُوجِ السَّمَاءِ مُجْتَازَةً بُرْجاً وَاحِداً مِنْهَا كُلَّ شَهْرٍ خِلاَلَ دَوْرَتِهَا السَّنَوِيَّةِ حَوْلَ الأَرْضِ؛ لِذَا كَانُوا يَقُولُونَ بِأَنَّ الشَّمْسَ دَخَلَتْ (بُرْجَ الْحَمَلِ) أَوْ حَلَّتْ فِيهِ، وَلاَ يَزَالُ هَذَا الاِصْطِلاَحُ مُسْتَعْمَلاً فِي التَّقَاوِيمِ حَتَّى الْيَوْمِ بِرَغْمِ خَطَئِهِ.

إِذِ الْوَاقِعُ أَنَّ الأَرْضَ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الاِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ، عِنْدَمَا تُصْبِحُ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ مَعَ بِدَايَةِ أَحَدِ الْبُرُوجِ، وَالشَّمْسُ بَيْنَهُمَا، يُقَالُ عِنْدَهَا بِأَنَّ الشَّمْسَ قَدْ دَخَلَتْ ذَلِكَ الْبُرْجَ ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ سُكَّانَ الأَرْضِ، لَنْ يَرَوْا ذَلِكَ الْبُرْجَ الَّذِي دَخَلَتْهُ الشَّمْسُ وَلاَ الْبُرُوجَ الأَرْبَعَةَ الَّتِي دَخَلَتْهَا قَبْلَهُ، لأَنَّ تِلْكَ الْبُرُوجَ تَكُونُ مُوَاجِهَةً لِلأَرْضِ خِلاَلَ النَّهَارِ، بَيْنَمَا يَرَوْنَ الْبُرُوجَ الأُخْرَى الْمُقَابِلَةَ، وَالَّتِي تُوَاجِهُ الأَرْضَ لَيْلاً.

تَغَيُّرُ مَوَاقِيتِ دُخُولِ الشَّمْسِ إِلَى الْبُرُوجِ

لَقَدْ لُوحِظَ أَنَّ مِيقَاتَ دُخُولِ الشَّمْسِ إِلَى الْبُرُوجِ لاَ يَظَلُّ ثَابِتاً عَلَى مَدَى الْقُرُونِ، مِنْ ذَلِكَ : أَنَّ الشَّمْسَ كَانَتْ فِي عَامِ (2825) ق. م، تَدْخُلُ (بُرْجَ الثَّوْرِ) يَوْمَ (21) آذَارَ حِينَ تَكُونُ عَمُودِيَّةً عَلَى خَطِّ الاِسْتِوَاءِ عِنْدَ (نُقْطَةِ الصُّعُودِ)، حَيْثُ يَبْدَأُ يَوْمَهَا الاِعْتِدَالُ الرَّبِيعِيُّ. وَفِي حَوَالَيْ عَامِ (450) ق. م، أَخَذَتِ الشَّمْسُ تَدْخُلُ (بُرْجَ الْحَمَلِ) فِي أَوَّلِ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ الاِعْتِدَالِ الرَّبِيعِيِّ. وَفِي حَوَالَيْ عَامِ 1925م، أَخَذَتِ الشَّمْسُ تَدْخُلُ (بُرْجَ الْحُوتِ) مَعَ أَوَّلِ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ الاِعْتِدَالِ الرَّبِيعِيِّ.

وَقَدْ حَارَ الْفَلَكِيُّونَ الْقُدَامَى فِي حَلِّ اللُّغْزِ الْكَامِنِ وَرَاءَ هَذَا التَّغَيُّرِ، وَأَخْفَقُوا فِي إِيجَادِ تَعْلِيلٍ لَهُ.

وَلَمَّا جَاءَ الْفَلَكِيُّ (برادلي) عَامَ 1740م، عَزَا حُدُوثَ ذَلِكَ إِلَى تَرَنُّحِ الأَرْضِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الاِنْتِقَالِيَّةِ، بِسَبَبِ جَذْبِ الْقَمَرِ لَهَا.

وَلَمَّا جَاءَ الْفَلَكِيُّ جيمس جينز (1877-1946)م، أَكَّدَ عَلَى

ذَلِكَ، وَأَضَافَ إِلَيْهِ أَثَرَ جَاذِبِيَّةِ الشَّمْسِ قَائِلاً : لَوْ أَنَّ الأَرْضَ كَانَتْ كُرَةً كَامِلَةَ الاِسْتِدَارَةِ، لاَقْتَصَرَ أَثَرُ جَذْبِ الشَّمْسِ فِيهَا عَلَى إِمْسَاكِهَا مِنْ أَنْ تُفْلِتَ مِنْ قَبْضَتِهَا فَقَطْ، أَمَا وَأَنَّ الأَرْضَ مُنْتَفِخَةٌ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهَا، فَإِنَّ تِلْكَ الْجَاذِبِيَّةَ تَعْمَلُ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْحَالَةِ، وَبِالتَّضَافُرِ مَعَ الْقَمَرِ، عَلَى تَرَنُّحِ الأَرْضِ طِيلَةَ دَوْرَتِهَا الاِنْتِقَالِيَّةِ. هَذَا التَّرَنُّحُ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى تَغْيِيرِ مَوْقِعِ الْقُطْبَيْنِ السَّمَاوِيَّيْنِ بِالنِّسْبَةِ لِسُكَّانِ الأَرْضِ، وَتَغَيُّرِ مَوْقِعِ الْقُطْبَيْنِ الأَرْضِيَّيْنِ أَيْضاً.

تَغَيُّرُ مَوْقِعِ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ وَمُبَاكَرَةُ الاِعْتِدَالَيْنِ

إِنَّ تَرَنُّحَ الأَرْضِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الاِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ يُؤَدِّي إِلَى زَحْزَحَةِ مِحْوَرِ الأَرْضِ قَلِيلاً عَنْ نُقْطَتَيْ الْقُطْبَيْنِ الْجُغْرَافِيَّيْنِ السَّمَاوِيَّيْنِ، وَاللَّتَيْنِ نَعْتَبِرُهُمَا نَظَرِيّاً نُقْطَتَيْنِ ثَابِتَتَيْنِ لاَ يَتَغَيَّرُ مَكَانُهُمَا. وَيُمَثِّلُ آخِرُ نَجْمٍ فِي ذَيْلِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ)، وَهُوَ مَا نَدْعُوهُ (النَّجْمَ الْقُطْبِيَّ)، نُقْطَةَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، وَالَّتِي كُنَّا نَعْتَبِرُ أَنَّ مِحْوَرَ الأَرْضِ لاَ يُغَيِّرُ اتِّجَاهَهُ نَحْوَهَا أَبَداً.

وَتُؤَدِّي تِلْكَ الزَّحْزَحَةُ إِلَى ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الأَرْضِ عَنِ النُّقْطَةِ الَّتِي كَانَ قَائِماً فِيهَا عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ بِمِقْدَارِ (12) مِتْراً سَنَوِيّاً، وَيُقَابِلُ هَذِهِ الْمَسَافَةَ فِي السَّمَاءِ خَطٌّ مُنْحَنٍ وَهْمِيٌّ هَائِلُ الطُّولِ، تَكُونُ فِي أَوَّلِهِ نُقْطَةُ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ الْقَدِيمَةُ، وَتَكُونُ عِنْدَ نِهَايَتِهِ نُقْطَةُ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ الْجَدِيدَةُ.

وَمَعَ تَزَايُدِ ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الأَرْضِ عَنْ مَوْقِعِهِ الأَوَّلِ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ عَاماً بَعْدَ عَامٍ ، يَزْدَادُ امْتِدَادُ الْخَطِّ الْوَهْمِيِّ الْمُنْحَنِي فِي السَّمَاءِ، وَيَزْدَادُ مَعَهُ ابْتِعَادُ نُقْطَةِ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ عَنْ مَكَانِهَا الأَوَّلِ، وَذَلِكَ بِالنِّسْبَةِ لِسُكَّانِ الأَرْضِ الَّذِينَ لَنْ يَلْحَظُوا ذَلِكَ التَّغْيِيرَ فِي الْمَوْقِعِ بِوُضُوحٍ قَبْلَ مُرُورِ مِئَاتِ السِّنِينَ، نَظَراً لِلْبُعْدِ الْهَائِلِ بَيْنَنَا وَبَيْنَ نَجْمِ الْقُطْبِ.

وَبَعْدَ انْقِضَاءِ مُدَّةِ (25800) سَنَةٍ عَلَى بَدْءِ تَغَيُّرِ مَكَانِ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ، نَجِدُ أَنَّ الْخَطَّ السَّمَاوِيَّ الْوَهْمِيَّ الْمُنْحَنِي، الَّذِي كَانَ يَتَزَايَدُ امْتِدَادُهُ طِيلَةَ تِلْكَ الْفَتْرَةِ مَعَ ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الأَرْضِ عَنْ مَكَانِهِ، قَدِ الْتَقَى آخِرُهُ بِأَوَّلِهِ، مُتَحَوِّلاً إِلَى دَائِرَةٍ مُنْتَظِمَةٍ، وَأَنَّ النُّقْطَةَ الَّتِي حَدَثَ عِنْدَهَا انْغِلاَقُ الدَّائِرَةِ هِيَ نَفْسُ نُقْطَةِ الْقُطْبِ الَّتِي كَانَ مِحْوَرُ الأَرْضِ قَدْ غَادَرَهَا مُنْذُ (25800) سَنَةٍ. وَتَكُونُ الأَرْضُ خِلاَلَ تِلْكَ الْحِقْبَةِ الطَّوِيلَةِ مِنَ الزَّمَنِ قَدْ رَسَمَتْ بِمِحْوَرِهَا فِي الْقُبَّةِ الشَّمَالِيَّةِ لِلسَّمَاءِ مَخْرُوطاً وَهْمِيّاً، رَأْسُهُ عِنْدَ مَرْكَزِ الأَرْضِ، وَقَاعِدَتُهُ هِيَ تِلْكَ الدَّائِرَةُ الْوَهْمِيَّةُ فِي السَّمَاءِ، الَّتِي أَشَرْنَا إِلَيْهَا. كَمَا تَكُونُ قَدْ رَسَمَتْ مَخْرُوطاً آخَرَ وَهْمِيّاً، بِمِحْوَرِهَا أَيْضاً، فِي الْقُبَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ لِلسَّمَاءِ، عَلَى غِرَارِ الْمَخْرُوطِ الأَوَّلِ. وَنُقْطَةُ الْتِقَاءِ رَأْسَيِ الْمَخْرُوطَيْنِ تَكُونُ فِي مَرْكَزِ الأَرْضِ.

وَمَعَ تَغَيُّرِ اتِّجَاهِ الْمِحْوَرِ الأَرْضِيِّ، فِي كُلِّ عَامٍ، مِنْ مَكَانِ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ الْقَدِيمِ إِلَى مَكَانِ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ الْجَدِيدِ، يَتَغَيَّرُ مَوْقِعُ نُقْطَةِ الصُّعُودِ عَلَى خَطِّ الاِسْتِوَاءِ، مِمَّا يَجْعَلُ الشَّمْسَ تَتَعَامَدُ عَلَى خَطِّ الاِسْتِوَاءِ عِنْدَ تِلْكَ النُّقْطَةِ يَوْمَ (21) آذَارَ، قَبْلَ مَوْعِدِ تَعَامُدِهَا عَلَيْهَا فِي الْعَامِ السَّابِقِ بِزَمَنٍ يَقِلُّ قَلِيلاً عَنْ (20) دَقِيقَةً. وَيَعْنِي ذَلِكَ أَنَّ الْفُصُولَ الثَّلاَثَةَ الأُخْرَى سَتَتَقَدَّمُ بِدَايَةُ كُلٍّ مِنْهَا بِنَفْسِ الْمِقْدَارِ الزَّمَنِيِّ، أَيْ (20) دَقِيقَةً تَقْرِيباً فِي كُلِّ عَامٍ عَنِ الْعَامِ الَّذِي سَبَقَهُ.

وَمَعَ اسْتِمْرَارِ هَذِهِ الْمُبَاكَرَةِ **Precession of the equinoxes** أَيْ حُلُولِ الْفُصُولِ قَبْلَ أَوَانِهَا فِي كُلِّ عَامٍ - نَجِدُ أَنَّهُ بَعْدَ مُرُورِ (2375) سَنَةً، سَيَحُلُّ كُلٌّ مِنَ الْفُصُولِ الأَرْبَعَةِ مُبَكِّراً بِمِقْدَارِ شَهْرٍ عَنْ مَوْعِدِهِ الَّذِي كَانَ يَأْتِي فِيهِ عِنْدَ بِدَايَةِ هَذَا التَّارِيخِ - أَيْ مُنْذُ (2375) سَنَةً - وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ الرَّبِيعَ سَيَمِيلُ إِلَى الْبُرُودَةِ، وَسَيُصْبِحُ الصَّيْفُ أَكْثَرَ اعْتِدَالاً، وَسَتَرْتَفِعُ قَلِيلاً حَرَارَةُ الْخَرِيفِ، وَسَتَقِلُّ قَلِيلاً بُرُودَةُ الشِّتَاءِ. أَمَّا إِذَا مَا انْتَظَرْنَا حَتَّى مُرُورِ (7125) سَنَةً مِنَ الآنِ، فَإِنَّ

الْفُصولَ الأَرْبَعَةَ سَتَتَبادَلُ مَواقِعَها، إِذْ يُصْبِحُ الرَّبيعُ شِتاءً، وَالشِّتاءُ خَريفاً، وَالْخَريفُ صَيْفاً، وَالصَّيْفُ رَبيعاً.

مُباكَرَةُ الْبُروجِ

إِنَّ الْمُباكَرَةَ الَّتي حَدَثَتْ، كَما رَأَيْنا، في تَعامُدِ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ عَلى خَطِّ الاِسْتِواءِ عِنْدَ نُقْطَةِ الصُّعودِ، تَجْعَلُ الْخَطَّ الْوَهْمِيَّ الْمُمْتَدَّ مِنَ الأَرْضِ إِلى بِدايَةِ الْبُرْجِ السَّماوِيِّ، وَبَيْنَهُما الشَّمْسُ، يَوْمَ (21) آذارَ، لا يَقَعُ عَلى بِدايَةِ الْبُرْجِ، كَما كانَ عَلَيْهِ الأَمْرُ في الْعامِ السّابِقِ، وَإِنَّما يَقَعُ قَبْلَ بِدايَتِهِ بِقَليلٍ.

وَبَعْدَ انْقِضاءِ مُدَّةِ (2375) عاماً، نَجِدُ أَنَّ ذَلِكَ الْخَطَّ الْوَهْمِيَّ قَدْ غادَرَ ذَلِكَ الْبُرْجَ لِيَتَعامَدَ يَوْمَ (21) آذارَ مَعَ الْبُرْجِ الَّذي يَقَعُ قَبْلَهُ عَلى دائِرَةِ الْبُروجِ.

وَهَذا ما يَحْدُثُ أَيْضاً عِنْدَ بِدايَةِ كُلِّ فَصْلٍ مِنَ الْفُصولِ الثَّلاثَةِ الأُخْرى.

وَعَلى هَذا الأَساسِ، نَسْتَطيعُ أَنْ نُفَسِّرَ ما نَقَلَتْهُ إِلَيْنا الْوَثائِقُ التّاريخِيَّةُ مِنْ أَنَّهُ مُنْذُ عامِ (2825) ق.م، كانَتِ الشَّمْسُ تَدْخُلُ (بُرْجَ الثَّوْرِ) يَوْمَ (21) آذارَ، وَكَيْفَ أَنَّها أَصْبَحَتْ مُنْذُ عامِ (450) ق.م، تَدْخُلُ (بُرْجَ الْحَمَلِ) يَوْمَ (21) آذارَ، وَكَيْفَ أَنَّها بَدَأَتْ مُنْذُ حَوالَيْ (62) سَنَةً تَدْخُلُ (بُرْجَ الْحوتِ) يَوْمَ (21) آذارَ، حَيْثُ سَتَظَلُّ فيهِ لِمُدَّةِ (2313) سَنَةً قادِمَةً، لِتُغادِرَهُ بَعْدَها إِلى (بُرْجِ الدَّلْوِ أَوِ السّاقي).

كَوْكَباتُ السَّماءِ الشَّمالِيَّةِ وَبُروجُها

كَوْكَبَةُ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ Andromeda

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (ذاتِ الْكُرْسِيِّ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الْحوتِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرى. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (8) نُجومٍ تَنْتَظِمُ عَلى شَكْلِ زاوِيَةٍ حادَّةٍ، ضِلْعاها خَطّانِ مُنْكَسِرانِ، يَتَعامَدُ عَلى أَحَدِهِما خَطٌّ مُسْتَقيمٌ قَصيرٌ. أَقْرَبُ نُجومِها إِلى الْقُطْبِ الشَّمالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوالَيْ (45) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَماوِيَّةً. وَالنَّجْمُ الْقائِمُ عِنْدَ رَأْسِ الزّاوِيَةِ، نَجْمٌ مُشْتَرَكٌ بَيْنَ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ



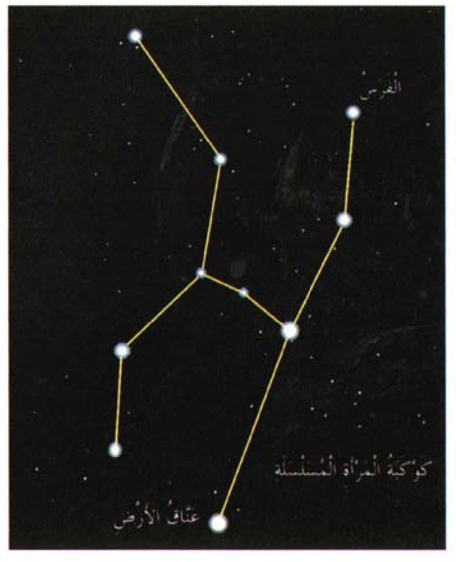
خَريطَةُ الْقُبَّةِ

(الْفَرَسِ)، لِذا يُدْعى (أ) أَلِفَ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ أَوِ (الْفَرَسِ).

وَبَيْنَ النَّجْمِ الْمُسَمّى (يَدَ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ) وَالنَّجْمِ الْمُسَمّى (رِجْلَ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ)، وَفي أَعْماقِ الْفَضاءِ، تَمَّ اكْتِشافُ

الْمَجَرَّةِ الْمُسَمَّاةِ (مسيّيه 31) أَوْ (M31)، وَهِيَ الْمَجَرَّةُ الْوَحِيدَةُ الَّتِي يُمْكِنُ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ أَنْ تَرَاهَا مِنْ بَيْنِ مَجَرَّاتِ سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ. وَفِي كَوْكَبَةِ (الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ) نَجْمٌ يُدْعَى (عَنَاقَ الأَرْضِ) أَوْ (ج) جيمَ الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ، وَهُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ يُعْتَبَرُ مِنْ أَجْمَلِ النُّجُومِ الْمُزْدَوِجَةِ حِينَ نَنْظُرُ إِلَيْهِ بِالْمِرْقَبِ، إِذْ يَبْدُو الأَوَّلُ بِلَوْنِ الْيَاقُوتَةِ الصَّفْرَاءِ، أَمَّا الثَّانِي فَكَأَنَّهُ زُمُرُّدَةٌ خَضْرَاءُ. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ كُلاً مِنْهُمَا يَدُورُ حَوْلَ الآخَرِ دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلَّ (55) سَنَةً، وَأَنَّهُمَا يَبْعُدَانِ عَنَّا مَسَافَةَ (400) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.

السَّماويَة الشَّمالية



كَوْكَبَةُ بُرْجِ الدَّلْوِ أَوِ السَّاقِي Aquarius



يَقَعُ بَيْنَ (بُرْجِ الْجَدْيِ) وَكَوْكَبَةِ (الْفَرَسِ الأَعْظَمِ). وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (11) نَجْماً تُشَكِّلُ خَطّاً مُنْكَسِراً، سِتَّةُ نُجُومٍ مِنْهَا لامِعَةٌ بَعْضَ الشَّيْءِ، إِذْ إِنَّهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابِعَةِ، أَهَمُّهَا (سَعْدُ السُّعُودِ) وَ(سَعْدَ الْمَلِكِ)، وَمَا تَبَقَّى مِنْهَا فَنُجُومٌ خَافِتَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارَ (89) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

كَوْكَبَةُ الْعُقَابِ Aquila

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (السَّهْمِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الْقَوْسِ أَوِ الرَّامِي) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى ، كَمَا تُجَاوِرُ بُرْجَ (الْجَدْيِ). وَتَتَأَلَّفُ مِن (7) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مُثَلَّثٍ ذِي قَاعِدَةٍ عَلَى شَكْلِ زَاوِيَةٍ، انْفِرَاجُهَا يُوَاجِهُ بُرْجَ (الْقَوْسِ أَوِ الرَّامِي). وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (79)



دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَأَكْثَرُ نُجُومِهَا لَمَعَاناً النَّجْمُ الْمُسَمَّى (النَّسْرُ الطَّائِرُ)، وَقَدْ سُمِّيَ بِذَلِكَ وَفْقَ مَا جَاءَتْ بِهِ الأُسْطُورَةُ الْيُونَانِيَّةُ الَّتِي تَقُولُ: (إِنَّ هَذِهِ الْكَوْكَبَةَ هِيَ عُشُّ نَسْرٍ ضَخْمٍ يَجُوبُ أَنْحَاءَ مَجَرَّتِنا -الَّتِي تَقَعُ فِيهَا هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ- وَأَنَّهُ فِي كُلِّ مَرَّةٍ يُنْهِي فِيهَا جَوْلَتَهُ، يَعُودُ لِيَسْتَرِيحَ فِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ قَبْلَ انْطِلاَقِهِ مِنْهَا مِنْ جَدِيدٍ).

كَوْكَبَةُ بُرْجِ الْحَمَلِ Aries



يَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الْمُثَلَّثِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ (بُرْجِ الْحُوتِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَيَتَأَلَّفُ مِن (3) نُجُومٍ تُؤَلِّفُ مُثَلَّثاً صَغِيراً مُنْفَرِجَ الزَّاوِيَةِ، اثْنَانِ مِنْهُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، أَمَّا النَّجْمُ الثَّالِثُ فَخَافِتٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (67) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْحَمَلَ) بِاسْمِ الْبُرْجِ.

كَوْكَبَةُ مُمْسِكِ الأَعِنَّةِ (رَاكِبِ الْعَرَبَةِ أَوْ سَائِقِهَا) Auriga

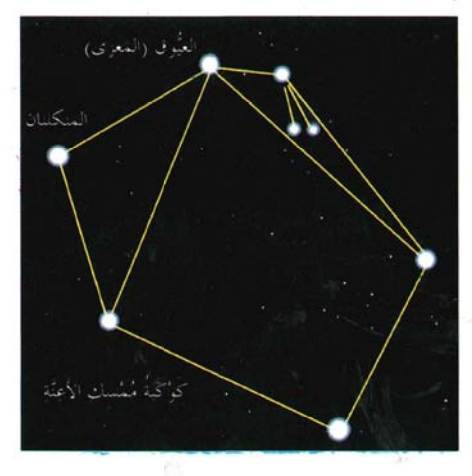
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (فرساوس) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (التَّوْأَمَيْنِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (6) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَّعٍ خُمَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ، وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (44) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَأَهَمُّ نَجْمٍ فِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (أ) مُمْسِكَ الأَعِنَّةِ أَوِ (الْعَيُّوقُ) أَوِ (الْمِعْزَى)، وَهُوَ مِن نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الأُولَى.

وَقَدْ دُعِيَ النَّجْمَانِ الْخَافِتَانِ الْقَرِيبَانِ مِنَ (الْمِعْزَى)، وَالْوَاقِعَانِ خَارِجَ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ، بِاسْمِ (الْجَدْيَيْنِ).

وَيَحْتَلُّ (الْعَيُّوقُ) بِلَمَعَانِهِ الْمَرْتَبَةَ الثَّانِيَةَ بَعْدَ نَجْمِ (النَّسْرِ الْوَاقِعِ)، وَيُشَابِهُ بِلَمَعَانِهِ نَجْمَ (السِّمَاكِ الرَّامِحِ). وَتِلْكَ النُّجُومُ الثَّلاَثَةُ هِيَ أَكْثَرُ نُجُومِ النِّصْفِ الشَّمَالِيِّ لِلْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ لَمَعَاناً.

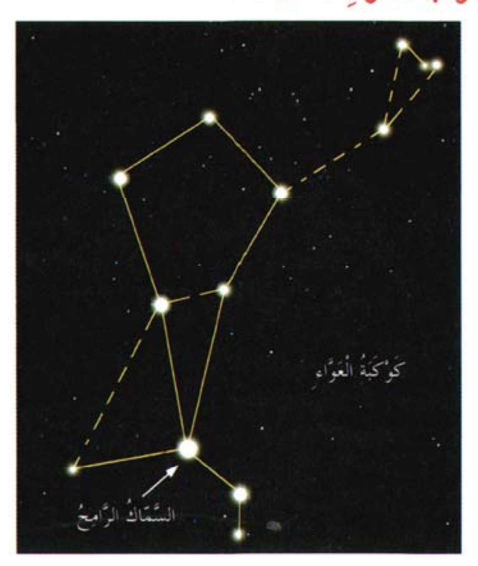
وَيَزِيدُ ضَوْءُ (الْعَيُّوقِ) عَلَى ضَوْءِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (105) مَرَّاتٍ. وَقَدْ كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ عَنْ وُجُودِ تَوْأَمٍ لِـ(الْعَيُّوقِ) يَزِيدُ لَمَعَانُهُ عَلَى لَمَعَانِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (80) مَرَّةً. وَيَدُورُ كُلٌّ مِنَ التَّوْأَمَيْنِ حَوْلَ تَوْأَمِهِ فِي مُدَّةِ (104) أَيَّامٍ.

وَيَزِيدُ قُطْرُ (الْعَيُّوقِ) عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (11) مَرَّةً، أَيْ أَنَّ حَجْمَهُ يَكْبُرُ حَجْمَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (1200) مَرَّةٍ، أَمَّا وَزْنُهُ فَلاَ يَزِيدُ عَلَى (4.5) مَرَّاتٍ عَلَى وَزْنِ الشَّمْسِ، وَلَوْنُهُ أَصْفَرُ. أَمَّا تَوْأَمُهُ فَيُعَادِلُ قُطْرُهُ (½) قُطْرِ (الْعَيُّوقِ)، وَلاَ يَزِيدُ وَزْنُهُ عَلَى (5/4) وَزْنِ (الْعَيُّوقِ)، وَلَوْنُهُ أَصْفَرُ أَيْضاً. وَالنَّجْمُ الثَّانِي الْهَامُّ فِي كَوْكَبَةِ (مُمْسِكِ الأَعِنَّةِ) هُوَ نَجْمٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ، وَمُشْتَرَكٌ مَعَ (بُرْجِ الثَّوْرِ). وَهُنَاكَ نَجْمٌ يَقَعُ عَلَى نَفْسِ دَرَجَةِ عَرْضِ (الْعَيُّوقِ) يُدْعَى (ب) بَاءَ الْعَيُّوقِ أَوِ (الْمنكلنان)، وَهُوَ نَجْمٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ. وَقَدْ أَظْهَرَتِ الْمَرَاقِبُ أَنَّهُ نَجْمٌ



مُزْدَوجٌ، وَأَنَّ كُلاًّ مِنَ التَوْأَمَيْنِ أَكْبَرُ مِنَ الشَّمْسِ، وَيَزيدُ ضَوْءُ كُلٍّ مِنْهُمَا بِنَحْوِ (50) مَرَّةً عَلَى ضَوْءِ الشَّمْسِ، وَيَبْعُدَانِ عَنَّا بِمِقْدَارِ (100) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، وَيَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا فِي أَقَلَّ مِنْ (4) أَيَّامٍ بِقَليلٍ، وَيَكْسِفُ كُلٌّ مِنْهُمَا الآخَرَ، فَيَهْبِطُ لَمَعَانُ كُلٍّ مِنْهُمَا إِلَى (5/1) لَمَعَانِهِ الأَصْلِيِّ.

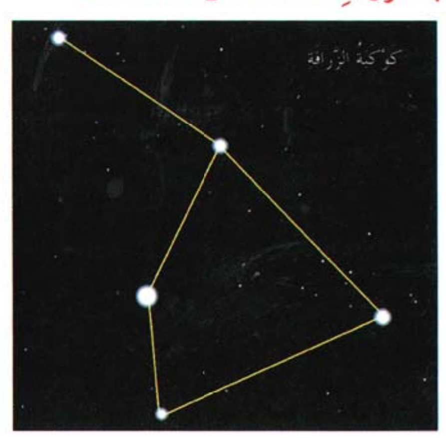
كَوْكَبَةُ الْعَوَّاءِ Boötes



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) وَكَوْكَبَةِ (الإِكْليلِ الشَّمَاليِّ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجومٍ أَقْرَبُهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (50) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَتُؤَلِّفُ فِيمَا بَيْنَهَا مُضَلَّعاً ذَا خَمْسَةِ أَضْلاَعٍ. وَأَكْثَرُ هَذِهِ النُّجُومِ لَمَعَاناً أَبْعَدُهَا عَنْ نَجْمِ الْقُطْبِ، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (السَّمَّاكَ الرَّامِحَ) أَوْ (أ) أَلِفَ الْعَوَّاءِ، وَهُوَ مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الأُولَى، إِنَّمَا يَأْتِي بَعْدَ نَجْمِ (النَّسْرِ الْوَاقِعِ) الْمَوْجُودِ فِي كَوْكَبَةِ (اللُّورا أَوِ السِّلْيَاقِ) مِنْ حَيْثُ لَمَعَانُهُ.

وَوُقُوعُ نَجْمِ (السَّمَاكِ الرَّامِحِ) عَلَى بُعْدِ (68) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً عَنْ نَجْمِ الْقُطْبِ، يُمَكِّنُ جَمِيعَ سُكَّانِ الأَرْضِ مِنْ رُؤْيَتِهِ، بِاسْتِثْنَاءِ مَنْ هُوَ مَوْجُودٌ مِنْهُمْ خَلْفَ الدَّائِرَةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ.

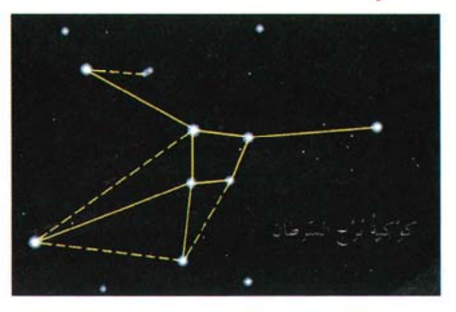
كَوْكَبَةُ الزَّرَافَةِ Camelopardalis



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَكَوْكَبَةِ (فِرْسَاوْس) أَوْ (بيرسوس) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (18) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً تَقْرِيباً.

وَتَتَأَلَّفُ مِن (4) نُجُومٍ تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا شِبْهَ مُنْحَرِفٍ تَكُونُ قَاعِدَتُهُ الصُّغْرَى بِاتِّجَاهِ نَجْمِ الْقُطْبِ. وَنُجُومُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ كُلُّهَا خَافِتَةٌ، إِذْ إِنَّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.

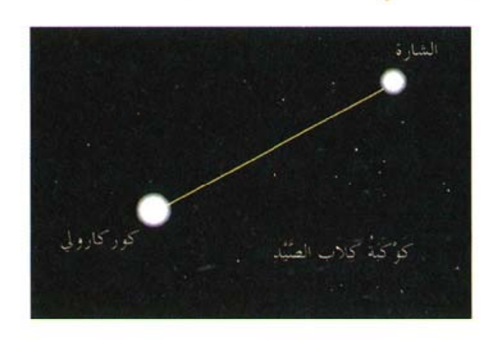
كَوْكَبَةُ بُرْجِ السَّرَطَانِ Cancer



تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ (بُرْجِ التَّوْأَمَيْنِ) مِنْ جِهَةٍ وَ(بُرْجِ الأَسَدِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي خُطُوطٍ مُسْتَقِيمَةٍ، ثَلاَثَةٌ تَلْتَقِي عِنْدَ نُقْطَةٍ وَاحِدَةٍ مُشَكِّلَةً حَوْلَهَا (3) زَوَايَا. وَنُجُومُ هَذَا الْبُرْجِ كُلُّهَا خَافِتَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارَ (51) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَفِي أَعْمَاقِ السَّمَاءِ، خَلْفَ هَذَا الْبُرْجِ، تُرَى

الْمَجَرَّةُ الْمُسَمَّاةُ (**M44**)، عِنْدَمَا يُوَجَّهُ الْمِرْقَبُ نَحْوَ النُّقْطَةِ الْمُجَاوِرَةِ لِلنَّجْمِ الْوَاقِعِ عِنْدَ الْتِقَاءِ الْخُطُوطِ الْمُسْتَقِيمَةِ الثَّلاَثَةِ الَّتِي تَقَعُ نُجُومُ هَذَا الْبُرْجِ فِي نِهَايَاتِهَا. كَمَا يُلاَحَظُ فِي هَذَا الْبُرْجِ الْوَاقِعِ بَيْنَ (بُرْجِ الأَسَدِ) وَ(بُرْجِ التَوْأَمَيْنِ) جَمْعٌ مِنَ النُّجُومِ، يُرَى بِالْمِرْقَبِ، يُدْعَى (النَّثْرَةَ) أَوْ (خَلِيَّةَ النَّحْلِ)، وَقَدْ لُوحِظَ وُجُودُ مَا يُشْبِهُ السَّحَابَةَ الْبَيْضَاءَ أَمَامَ النَّجْمَيْنِ الْمُمَيَّزَيْنِ فِي (النَّثْرَةِ).

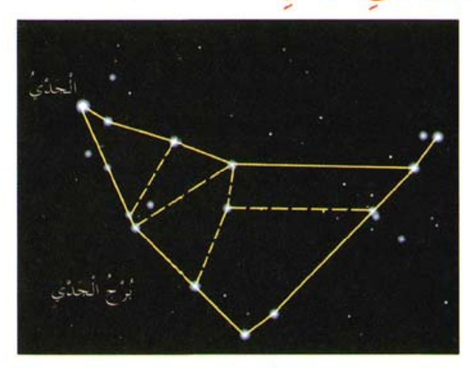
كَوْكَبَةُ كِلاَبِ الصَّيْدِ (السَّلوقيَان) Canes Venatici



تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعَذْرَاءِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (48) دَرَجَةً سَمَاوِيَّةً.

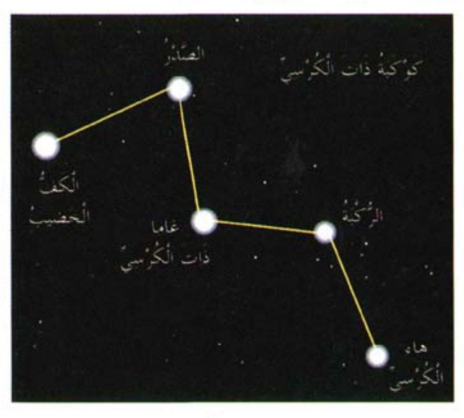
وَتَتَأَلَّفُ مِنْ نَجْمَيْنِ اثْنَيْنِ فَقَطْ، أَبْعَدُهُمَا عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يُسَمَّى (أ) أَلِفَ كِلاَبِ الصَّيْدِ أَوْ (كوركارولي)، وَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ بِالْمِرْقَبِ أَنَّهُ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، إِلاَّ أَنَّ تَوْأَمَهُ خَافِتُ اللَّمَعَانِ كَثِيراً، وَلاَ يُمْكِنُ رُؤْيَتُهُ إِلاَّ بِالْمِرْقَبِ. أَمَّا النَّجْمُ الثَّانِي، وَالأَقْرَبُ إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ، فَيُدْعَى (ب) بَاءَ كِلاَبِ الصَّيْدِ أَوْ نَجْمَ (الشَّارَةِ). وَمِمَّا يَجْدُرُ ذِكْرُهُ أَنَّ السَّدِيمَ اللَّوْلَبِيَّ الْمُسَمَّى (الدَّوَّامَةَ)، وَالَّذِي اكْتُشِفَ عَامَ **1845**م، يَقَعُ خَلْفَ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ.

كَوْكَبَةُ بُرْجِ الْجَدْيِ Capricornus



تَقَعُ بَيْنَ بُرْجَيْ (الْقَوْسِ أَوِ الرَّامِي) وَ(الدَّلْوِ أَوِ السَّاقِي). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (**13**) نَجْماً تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا مُثَلَّثاً مُنْفَرِجَ الزَّاوِيَةِ، ضِلْعَاهُ مُنْكَسِرَانِ. وَأَكْثَرُ نُجُومِهِ لَمَعَاناً نَجْمُ (الْجَدْيِ) الَّذِي يَقَعُ فِي أَحَدِ رُؤُوسِ الْمُثَلَّثِ، وَهُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، ثُمَّ نَجْمُ (ذَنَبِ الْجَدْيِ) الَّذِي يَقَعُ فِي الرَّأْسِ الثَّانِي مِنَ الْمُثَلَّثِ، وَكِلاَهُمَا مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَيَلِيهِمَا ثَلاَثَةُ نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا بَقِيَّةُ نُجُومِهِ فَخَافِتَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ نَجْمُ (الْجَدْيِ)، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ (**99**) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

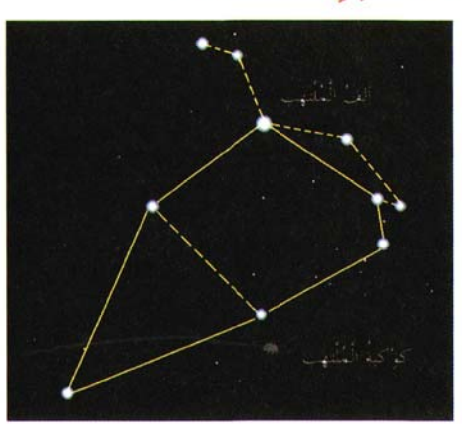
كَوْكَبَةُ ذَاتِ الْكُرْسِيِّ Cassiopeia



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَكَوْكَبَةِ (الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ) أَوْ (أندروميدا) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (**26**) دَرَجَةً سَمَاوِيَّةً. وَتُرَى

نُجُومُهَا الْخَمْسَةُ بِوُضُوحٍ مُؤَلِّفَةً مَا يُشْبِهُ حَرْفَ (W). وَأَكْثَرُ نُجُومِهَا لَمَعَاناً النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ج) جِيمَ أَوْ غَامَا ذَاتَ الْكُرْسِيِّ، يَلِيهِ فِي اللَّمَعَانِ آخِرُ نَجْمٍ فِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ب) بَاءَ ذَاتُ الْكُرْسِيِّ أَوِ (الْكَفَّ الْخَضِيبَ)، وَيُؤَلِّفُ مَعَ النَّجْمِ الَّذِي يَسْبِقُهُ، وَالَّذِي يُدْعَى (الصَّدْرَ)، مَوْطِئَ قَدَمَيْ الْجَالِسِ عَلَى الْكُرْسِيِّ. كَمَا يُؤَلِّفُ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الرُّكْبَةَ) وَالنَّجْمُ الَّذِي يَقَعُ فِي النِّهَايَةِ الثَّانِيَةِ لِلْكُرْسِيِّ، وَالْمُسَمَّى (هـ) هَاءَ الْكُرْسِيِّ، مَسْنَدَ الظَّهْرِ لِلْجَالِسِ عَلَى الْكُرْسِيِّ.

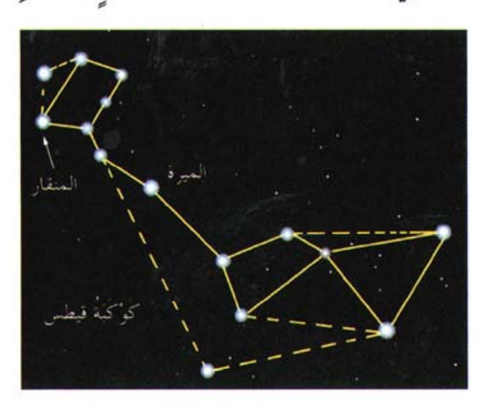
كَوْكَبَةُ الْمُلْتَهِبِ Cepheus



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَكَوْكَبَةِ (الْوَرَلِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى، وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (12ْ)، وَيُدْعَى (الرَّاعِي). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُومٍ تُشَكِّلُ مُضَلَّعاً خُمَاسِيّاً، أَكْثَرُهَا لَمَعَاناً النَّجْمُ الْمُسَمَّى (أ) أَلِفَ الْمُلْتَهِبِ.

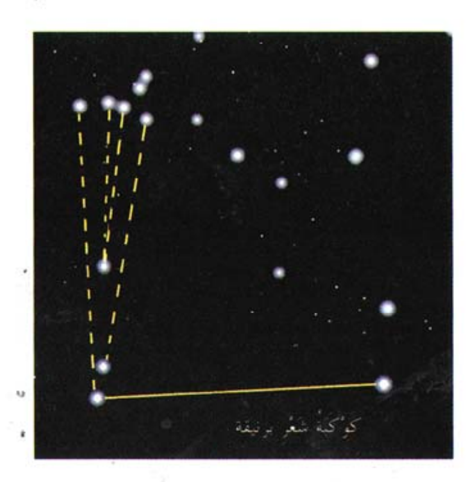
كَوْكَبَةُ قِيطس Cetus

تَقَعُ بَيْنَ بُرْجِ (الْحُوت) وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (النَّهْرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (12) نَجْماً تَنْتَظِمُ فِي شِبْهِ مُنْحَرِفٍ وَفِي مُضَلَّعٍ خُمَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ يَصِلُ بَيْنَهُمَا خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ، وَأَكْثَرُهَا لَمَعَاناً ثَلاَثَةُ نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ هِيَ (الْمِنْقَارُ) وَ(الْمِيرَةُ) وَ(ذَنَبُ قِيطس)، وَالْبَاقِي نُجُومٌ مِنَ الدَّرَجَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (80ْ) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



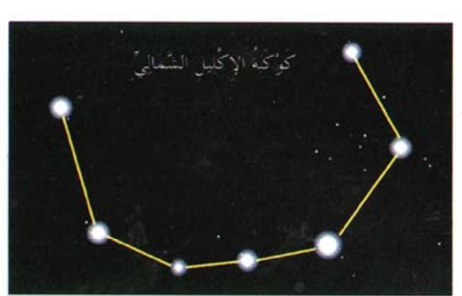
كَوْكَبَةُ شَعْرِ برنيقة (الهَلبَة) Coma Berenices

تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ (بُرْجِ السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعَذْرَاءِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (الْعَوَّاءِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَمَعَ أَنَّهَا مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ الْبَرَّاقَةِ الَّتِي تُشْبِهُ الشَّعْرَ الذَّهَبِيَّ الْمُتَمَوِّجَ، إِلاَّ أَنَّ الْعَيْنَ لاَ تَرَى مِنْهَا إِلاَّ نَجْمَيْنِ خَافِتَيْنِ يَقَعَانِ فِي نِهَايَتَيْ خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ وَهْمِيٍّ يَصِلُ بَيْنَهُمَا. وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارَ (62ْ) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الإِكْلِيلِ الشَّمَالِيِّ Corona Borealis

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْعَوَّاءِ) وَ(الْجَاثِي)، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُومٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (5ْ) دَرَجَاتِ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةٍ. وَهِيَ عَلَى شَكْلِ قَوْسٍ، فِيهَا نَجْمٌ وَاحِدٌ لاَمِعٌ

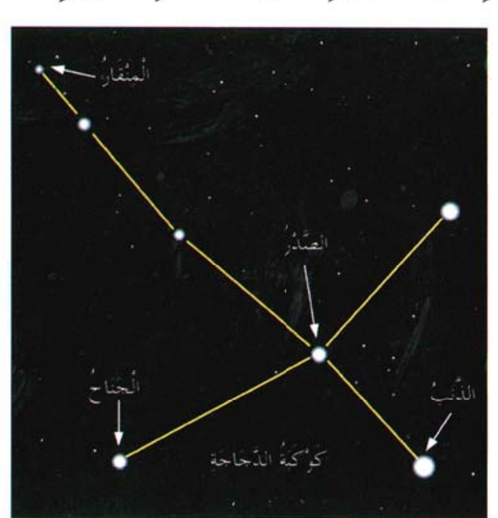


مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، يُجاوِرُ النَّجْمَ الأَوْسَطَ فِي تِلْكَ الْقَوْسِ.

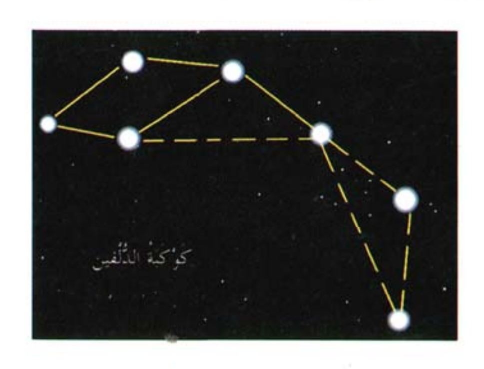
وَتُعْتَبَرُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ الْوَحِيدَةِ بَيْنَ بَاقِي كَوْكَبات السَّمَاءِ الَّتِي يَنْطَبِقُ اسْمُهَا عَلَى شَكْلِهَا انْطِبَاقاً تَامّاً، إِذْ إِنَّهَا تُشْبِهُ الإِكْلِيلَ تَمَاماً.

كَوْكَبَةُ الدَّجَاجَةِ Cygnus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (اللُّورا) وَ(الدُّلْفِينِ)، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُوم تَنْتَظِمُ عَلَى شَكْلِ خَطَّيْنِ مُتَقَاطِعَيْنِ، يَنْحَرِفُ الْخَطُّ الأَطْوَلُ مِنْهُمَا قَلِيلاً عَنِ الاِسْتِقَامَةِ بَعْدَ نُقْطَةِ التَّقَاطُعِ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، الْمُسَمَّى (ذَنَبَ الدَّجَاجَةِ)، يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (45) دَرَجَةً سَمَاوِيَّةً عَنْهُ، وَهُوَ أَكْثَرُ نُجُوم هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ لَمَعَاناً، إِذْ إِنَّهُ نَجْمٌ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، وَالنَّجْمُ الْوَاقِعُ عِنْدَ نُقْطَةِ التَّقَاطُعِ بَيْنَ الْخَطَّيْنِ، يُدْعَى (الصَّدْرَ). أَمَّا النَّجْمَانِ الْمَوْجُودَانِ فِي طَرَفَيْ الْخَطِّ الْمُسْتَقِيمِ الأَقْصَرِ فَيُدْعَى كُلٌّ مِنْهُمَا بِاسْمِ (الْجَنَاحِ). وَآخِرُ نَجْم عَلَى الْخَطِّ الطَّوِيلِ يُدْعَى (مِنْقَارَ الدَّجَاجَةِ)، وَقَدْ كَشَفَتِ الْمَرَاصِدُ أَنَّهُ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، وَلِكُلٍّ مِنَ التَّوْأَمَيْنِ فِيهِ لَوْنٌ مُخْتَلِفٌ عَنِ الآخَرِ، فَأَحَدُهُمَا بُرْتُقَالِيُّ اللَّوْنِ، أَمَّا ثَانِيهِمَا فَأَزْرَقُ. وَتَمْتَازُ كَوْكَبَةُ (الدَّجَاجَةِ) بِأَنَّهَا حَافِلَةٌ بِعَدَدٍ كَبِيرٍ مِنْ نُجُومِ مَجَرَّتِنَا، وَلَكِنَّهَا لاَ تُرَى إِلاَّ بِالْمِرْقَبِ.



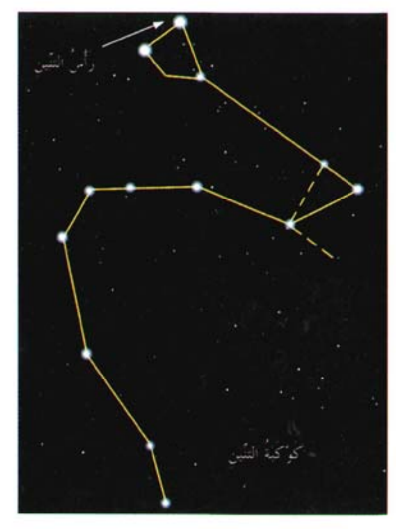
كَوْكَبَةُ الدُّلْفِينِ Delphinus



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (السَّهْمِ) وَ(الْفَرَسِ الأَصْغَرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُوم تَنْتَظِمُ فِي مُعَيَّنٍ يَمْتَدُّ مِنْ أَحَدِ رُؤُوسِهِ خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ قَصِيرٌ يُمَثِّلُ ذَنَبَ (الدُّلْفِينِ) وَيَنْتَهِي بِنَجْم يُدْعَى نَجْمَ (الذَّنَبِ). وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (73) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَنُجُومُهُ الأَرْبَعَةُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا النَّجْمُ الْخَامِسُ فَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.

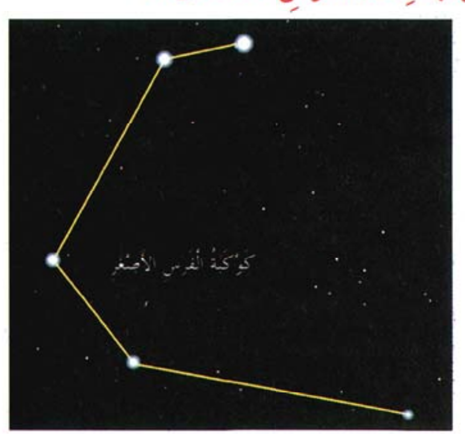
كَوْكَبَةُ التِّنِّينِ Draco

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَاتِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) وَ(الدُّبِّ الأَكْبَرِ) وَ(هِرَقْلَ أَوِ الْجَاثِي). وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (17) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. يَبْلُغُ عَدَدُ نُجُومِهَا الَّتِي تُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ (14) نَجْماً، أَكْثَرُهَا



لَمَعَاناً نَجْمٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ يُدْعَى (أ) أَلِفَ التِنِّينِ أَوْ (رَأْسَ التِنِّينِ)، وَيَقَعُ فِي إِحْدَى زَوَايَا الشَّكْلِ الرُّبَاعِيِّ الْمُشَكِّلِ لِرَأْسِ التِنِّينِ؛ أَمَّا النُّجُومُ الثَّلاثَةُ الأُخْرَى فِي هَذَا الرَّأْسِ، فَيُدْعَى أَوَّلُهَا (ب) بَاءَ التِنِّينِ، وَيُدْعَى ثَانِيهَا (ج) جِيمَ التِنِّينِ، أَمَّا الثَّالِثُ فَيُدْعَى (ن) نُونَ التِنِّينِ. أَمَّا النُّجُومُ الْعَشْرَةُ الْبَاقِيَةُ، فَتُؤَلِّفُ جَسَدَ التِنِّينِ وَذَيْلَهُ.

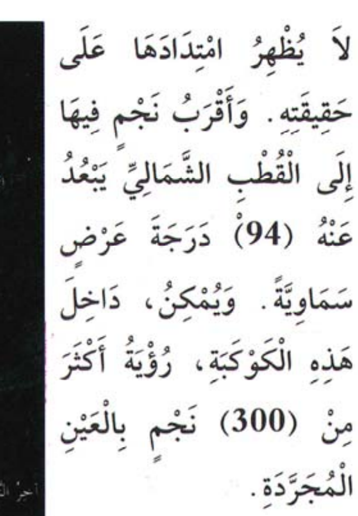
كَوْكَبَةُ قِطْعَةِ الْفَرَسِ Equleus

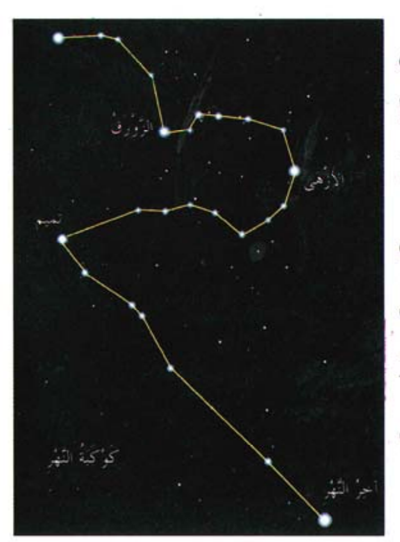


تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّلْفِينِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الدَّلْوِ أَوِ السَّاقِي) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ خَافِتَةٍ تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا زَاوِيَةً قَائِمَةً، أَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (79) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

كَوْكَبَةُ النَّهْرِ Eridanus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْجَبَّارِ) وَ(قِيطس). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (28) نَجْماً بَيْنَهَا نَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الأُولَى هُوَ (آخِرُ النَّهْرِ) وَنَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ عِنْدَ بِدَايَةِ (كَوْكَبَةِ النَّهْرِ)، وَمَا تَبَقَّى مِنْ نُجُومِ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ فَكُلُّهَا مِنَ الْمَرْتَبَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَمِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ (أَقْمَارٌ) وَ(تَمِيمٌ) وَ(الأَزْهَى) وَ(الزَّوْرَقُ). وَتُعْتَبَرُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ الأُولَى فِي امْتِدَادِهَا بَيْنَ جَمِيعِ كَوْكَبَاتِ السَّمَاءِ، وَلَكِنَّ امْتِدَادَهَا عَلَى خَطٍّ مُنْكَسِرٍ لاَ يُظْهِرُ امْتِدَادَهَا عَلَى حَقِيقَتِهِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (94) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَيُمْكِنُ، دَاخِلَ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ، رُؤْيَةُ أَكْثَرَ مِنْ (300) نَجْمٍ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ.



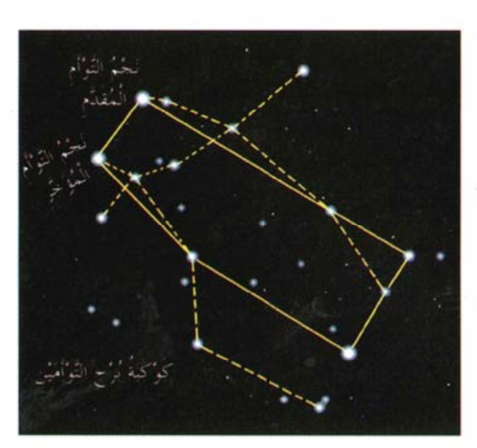


كَوْكَبَةُ بُرْجِ التَّوْأَمَيْنِ Gemini

يَقَعُ هَذَا الْبُرْجُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (مُمْسِكِ الأَعِنَّةِ) مِنْ جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ السَّرَطَانِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (10) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَّعٍ ذِي سَبْعَةِ أَضْلاَعٍ، يُشْبِهُ مُسْتَطِيلاً يَعْلُوهُ فِي وَسَطِهِ مُثَلَّثٌ صَغِيرٌ مُتَسَاوِي السَّاقَيْنِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (58) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَأَكْثَرُ نُجُومِهِ لَمَعَاناً نَجْمَانِ هُمَا: (أ) أَلِفُ التَّوْأَمَيْنِ وَ(ب) بَاؤُهُمَا، وَيُسَمَّيَانِ أَيْضاً بِاسْمِ (نَجْمِ التَّوْأَمِ الْمُقَدَّمِ) وَ(نَجْمِ التَّوْأَمِ الْمُؤَخَّرِ)، وَيُعْرَفَانِ مَعاً بِاسْمِ (الذِّرَاعِ الْمَبْسُوطَةِ)، وَكِلاَهُمَا مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ.

وَنَجْمُ (التَّوْأَمِ الْمُقَدَّمِ) هُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، يُمْكِنُ رُؤْيَةُ تَوْأَمِهِ بِالْمِرْقَبِ الصَّغِيرِ، وَأَحَدُ التَّوْأَمَيْنِ يَفُوقُ نُورُهُ نُورَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (23) مَرَّةً، أَمَّا ثَانِيهِمَا فَيَفُوقُ نُورُهُ نُورَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (11) مَرَّةً، وَكُتْلَتُهُمَا معاً (أَيْ وَزْنُهُمَا) تَفُوقُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (5½) مَرَّاتٍ. وَيَبْعُدَانِ عَنَّا بِمِقْدَارِ (43) سَنَةً ضَوْئِيَّةً، وَيَدُورُ كُلٌّ مِنْهُمَا حَوْلَ الآخَرِ دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلَّ (306) سِنِينَ.

وَعِنْدَمَا تَمَّ رَصْدُ هَذَيْنِ التَّوْأَمَيْنِ بِالْمَرَاصِدِ الْكَبِيرَةِ، تَبَيَّنَ أَنَّ لِنَجْمِ (التَّوْأَمِ الْمُقَدَّمِ)، أَوْ (أ) أَلِفِ التَّوْأَمَيْنِ، تَوْأَماً ثَالِثاً ذَا لَوْنٍ أَحْمَرَ. وَمَعَ تَطَوُّرِ الْمَرَاقِبِ تَبَيَّنَ أَنَّ لِكُلِّ نَجْمٍ مِنْ هَذِهِ



النُّجوم الثَّلاثَة تَوْأَماً قَرِيباً مِنْهُ، وَأَنَّ هَذِهِ الأَزْوَاجَ الثَّلاثَةَ يَدُورُ كُلٌّ مِنْهُمَا وَفْقَ مَا يَلِي :

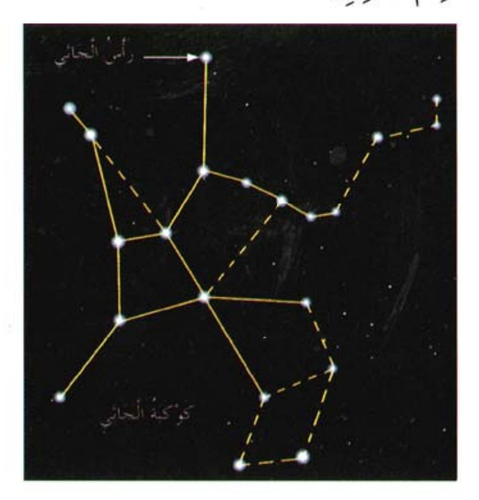
نَجْمُ التَّوْأَم الْمُقَدَّم : يَدُورُ هَذَانِ التَّوْأَمَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا فِي مُدَّةِ (9.22) يَوْمَاً.

نَجْمُ تَوْأَم التَّوْأَم الْمُقَدَّم : يَدُورُ مَعَ تَوْأَمِهِ الْقَرِيبِ مِنْهُ دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلَّ (2.93) يَوْمَاً.

يَدُورُ النَّجْمُ الأَحْمَرُ مَعَ تَوْأَمِهِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلَّ (20) سَاعَةً.

كَوْكَبَةُ الْجَاثِي Hercules

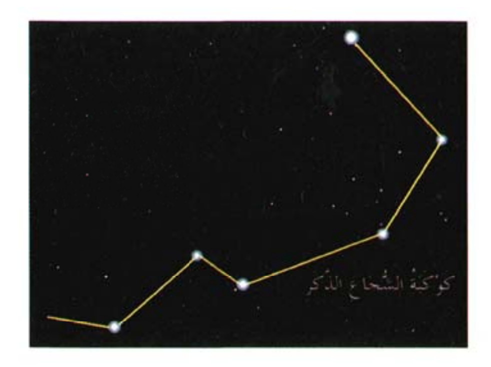
تقعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الإِكْلِيلِ) وَ(اللُّورا)، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (18) نَجْمَاً : (7) مِنْهَا تُؤَلِّفُ فِيمَا بَيْنَهَا مُضَلَّعاً غَيْرَ مُنْتَظِمٍ يَحْتَوي عَلَى (7) أَضْلاعٍ، بَيْنَمَا تَنْتَظِمُ بَقِيَّةُ النُّجُومِ فِي أَرْبَعَةِ خُطُوطٍ مُمْتَدَّةٍ مِنْ ذَلِكَ الْمُضَلَّعِ، ثَلاثَةٌ مِنْهَا مُنْكَسِرَةٌ وَطَوِيلَةٌ، أَمَّا الرَّابِعِ فَمُسْتَقِيمٌ وَقَصِيرٌ.



وَلاَ نَجِدُ فِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ إِلاَّ نَجْماً وَاحِداً مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، إِلاَّ أَنَّهَا تَقَعُ عَلَى مَقْرُبَةٍ مِنَ الْحَشْدِ النَّجْمِيِّ الْكُرَوِيِّ الَّذِي اكْتَشَفَتْهُ الْمَرَاقِبُ فِي الْمَجَرَّةِ الْمُسَمَّاةِ (M13)، الَّتِي تَقَعُ فِي وَسَطِ الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (ح) حَاءَ الْجَاثِي وَالنَّجْمِ الْمُسَمَّى (ز) زَايَ الْجَاثِي. كَمَا كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ عَنْ أَنَّ النَّجْمَ الْمُسَمَّى فِيهَا بِاسْمِ (أ) أَلِفَ الْجَاثِي يَتَأَلَّفُ مِنْ نَجْمَيْنِ تَوْأَمَيْنِ، أَحَدُهُمَا ذُو لَوْنٍ بُرْتُقَالِيٍّ جَمِيلٍ، وَالثَّانِي أَخْضَرُ زَاهٍ مَائِلٌ إِلَى الزُّرْقَةِ.

كَوْكَبَةُ الشُّجَاعِ Hydra

تَمْتَدُّ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ مِنْ بُرْجِ (السَّرَطَانِ) حَتَّى أَوْاسِطِ كَوْكَبَةِ (قَنْطُورَس) عَلَى مَسَافَةِ (81°) دَرَجَةَ طُولٍ سَمَاوِيَّةٍ؛ فَهِيَ أَكْثَرُ كَوْكَبَاتِ السَّمَاءِ امْتِدَاداً عَلَى خُطُوطِ الطُّولِ، وَلَكِنَّهَا تَأْتِي بَعْدَ كَوْكَبَةِ (النَّهْرِ) مِنْ حَيْثُ الطُّولُ. تَتَأَلَّفُ مِنْ (21) نَجْماً، كُلُّهَا خَافِتَةٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ، بِاسْتِثْنَاءِ نَجْمَيْنِ هُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، يُدْعَى أَحَدُهُمَا (الْفَرْدَ). وَتَنْتَظِمُ نُجُومُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ عَلَى شَكْلِ شِبْهِ مُنْحَرِفٍ صَغِيرٍ يُمَثِّلُ رَأْسَ (الشُّجَاعِ)، أَيِ (حَيَّةَ الْمَاءِ)، يَمْتَدُّ مِنْهُ خَطٌّ مُنْكَسِرٌ بَالِغُ الطُّولِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (84°) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الْوَرَلِ (العظاءة) Lacerta

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (قِيفَاوس) وَ(الْفَرَسِ الأَعْظَمِ)، وَتَتَأَلَّفُ

مِن ثَلاثَةِ نُجُوم خَافِتَةٍ تَرْتَصِفُ عَلَى خَطٍّ مُسْتَقِيم، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ أَكْثَرُهَا لَمَعَاناً، إِذْ إِنَّهُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَيَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (40) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

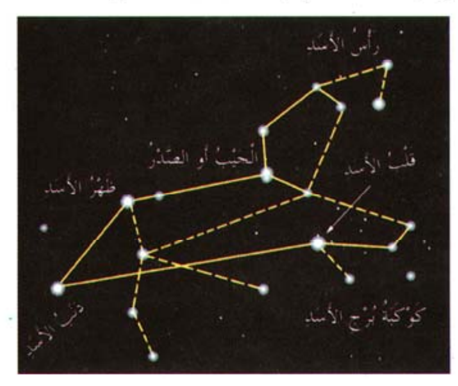


كَوْكَبَةُ بُرْجِ الأَسَدِ Leo

يَقَعُ هَذَا الْبُرْجُ بَيْنَ (بُرْجِ السَّرَطَانِ) مِنْ جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعَذْرَاءِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (11) نَجْماً تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَّعٍ خُمَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِم، يَتَّصِلُ بِهِ مِنْ إِحْدَى جِهَاتِهِ خَطٌّ مُنْكَسِرٌ، كَمَا يَتَّصِلُ بِهِ مِنَ الْجِهَةِ الثَّانِيَةِ خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهِ إِلَى نَجْم الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (64) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

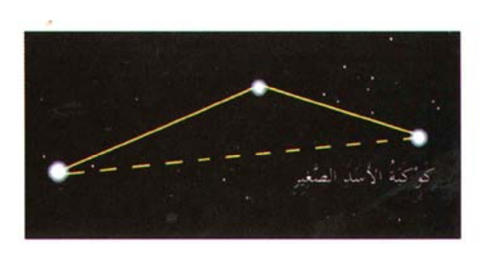
وَأَكْثَرُ نُجُوم هَذَا الْبُرْجِ لَمَعَاناً النَّجْمُ الْمُسَمَّى (قَلْبَ الأَسَدِ)، إِذْ إِنَّهُ مِنْ نُجُوم الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ، وَيُدْعَى (أ) أَلِفَ الأَسَد، كَمَا يُدْعَى (نَجْمَ الْمِنْجَلِ)، إِذْ لَوْ عَزَلْنَاهُ، مَعَ النُّجُوم الْخَمْسَةِ الْمُجَاوِرَةِ لَهُ، عَنْ بَقِيَّةِ نُجُوم هَذَا الْبُرْجِ، لَحَصَلْنَا عَلَى شَكْلٍ يُشْبِهُ شَكْلَ الْمِنْجَلِ. وَيُمَثِّلُ نَجْمُ (الْمِنْجَلِ) بِدَايَةَ يَدِ ذَلِكَ الْمِنْجَلِ. وَالْخَطُّ الْمُنْكَسِرُ الَّذِي يُمَثِّلُ قَوْسَ الْمِنْجَلِ، اعْتَبَرَهُ الْعُلَمَاءُ رَأْسَ الأَسَدِ، وَسَمَّوْا أَوَّلَ نَجْم فِيهِ بِاسْم (الْجَنُوبِيِّ)، وَسَمَّوْا الَّذِي يَلِيهِ بِاسْم (رَأْسِ الأَسَدِ)، وَسَمَّوْا النَّجْمَ الثَّالِثَ بِاسْم (الضَّفِيرَةِ)، وَالرَّابِعَ الَّذِي يَقَعُ فِي آخِرِ الْقَوْسِ - أَيْ نَصْلَ الْمِنْجَلِ - دَعَوْهُ (الْجَيْبَ أَوِ الصَّدْرَ). وَيَلِيهِ فِي الشَّكْلِ، الَّذِي يُمَثِّلُ جَسَدَ الأَسَدِ، النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ظَهْرَ الأَسَدِ)، وَيَلِيهِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ذَنَبَ الأَسَدِ) أَوِ (الصَّرْفَةَ). وَقَدْ كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ عَنْ أَنَّ نَجْمَ (الْجَيْبِ) هُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، إِذْ لَهُ تَوْأَمٌ أَصْغَرُ مِنْهُ.

وَمِنَ الأُمُورِ الْمُمَيِّزَةِ لِهَذَا الْبُرْجِ هَمَرَاتُ الشُّهُبِ الَّتِي تَتَسَاقَطُ مِنَ السَّمَاءِ، وَتَبْدُو وَكَأَنَّهَا مُتَّجِهَةٌ إِلَى وَسَطِهِ. وَأَبْدَعُ مَشْهَدٍ لِتِلْكَ الْهَمَرَاتِ حَدَثَ فِي لَيْلَتَيْ (13) وَ(14) تِشْرِينَ الأَوَّلِ سَنَةَ 1866م، وَتَتَكَرَّرُ هَذِهِ الْهَمَرَاتُ فِي فَتَرَاتٍ مُتَبَاعِدَةٍ تَكَادُ تَكُونُ مُنْتَظِمَةً، وَتَبْدُو وَكَأَنَّهَا عَرْضٌ سَمَاوِيٌّ شَيِّقٌ، مِمَّا دَعَا إِلَى تَسْمِيَةِ هَذَا الْحَادِثِ (عَرْضَ الأَسَدِ).



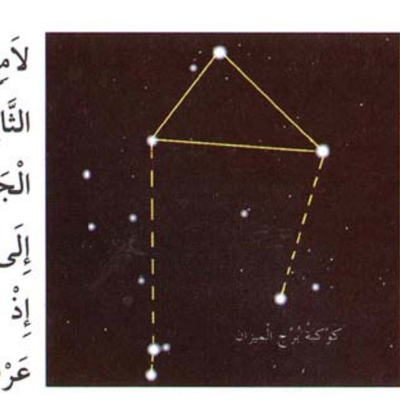
كَوْكَبَةُ الأَسَدِ الصَّغِيرِ Leo Minor

تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) وَ(بُرْجِ الأَسَدِ). وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (53) دَرَجَةً سَمَاوِيَّةً. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُوم تُؤَلِّفُ فِيمَا بَيْنَهَا مُثَلَّثاً مُنْفَرِجَ الزَّاوِيَةِ عِنْدَ رَأْسِهِ الْمُتَّجِهِ نَحْوَ نَجْم الْقُطْبِ.



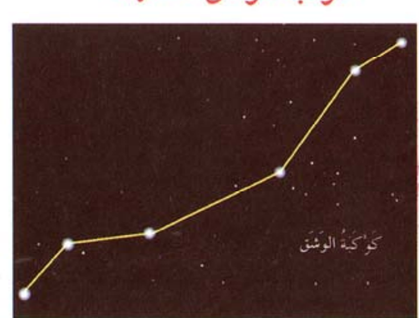
كَوْكَبَةُ بُرْجِ الْمِيزَانِ Libra

تَقَعُ بَيْنَ بُرْجِ (السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعَذْرَاءِ) وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (الذِّئْبِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُوم تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا شِبْهَ مُنْحَرِفٍ، ثَلاثَةٌ مِنْهَا خَافِتَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، وَالرَّابِعُ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ



لَامِعٌ، إِذْ إِنَّهُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَيُدْعَى (الْكِفَّةَ الْجَنُوبِيَّةَ)، وَهُوَ أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ (96) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَهِيَ مِنْ كَوْكَبَاتِ سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

كَوْكَبَةُ الْوَشَقِ Lynx

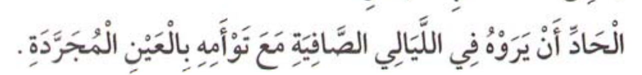


تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ التَّوْأَمَيْنِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (31) دَرَجَةً سَمَاوِيَّةً.

وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (6) نُجُومٍ: أَرْبَعَةٌ مِنْهَا خَافِتَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، وَاثْنَانِ مِنْهَا أَكْثَرُ لَمَعَاناً مِنَ الأَرْبَعَةِ السَّابِقَةِ، إِذْ إِنَّهُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ. وَتُؤَلِّفُ هَذِهِ النُّجُومُ فِيمَا بَيْنَهَا خَطّاً مُنْكَسِراً.

كَوْكَبَةُ اللُّورا (السِّلْيَاق، القِيثَارَة) Lyra

تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيِ (الْجَاثِي) وَ(الدَّجَاجَةِ)، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (6) نُجُومٍ أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (50) دَرَجَةً سَمَاوِيَّةً، وَهُوَ أَكْثَرُهَا لَمَعَاناً، إِذْ إِنَّهُ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الأُولَى، وَيُدْعَى (النَّسْرَ الوَاقِعَ)، وَكُنَّا رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّهُ يَفُوقُ بِلَمَعَانِهِ لَمَعَانَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (السِّمَاكَ الرَّامِحَ)، أَهَمَّ نَجْمٍ فِي كَوْكَبَةِ (الْعَوَّاءِ). وَ(النَّسْرِ الوَاقِعِ)، الْمُسَمَّى (أ) أَلِفَ اللُّورا، أَكْثَرُ نُجُومِ سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ لَمَعَاناً، وَيُرَى فِي لَيَالِي الصَّيْفِ مِنْ جَمِيعِ الْمَنَاطِقِ الْوَاقِعَةِ بَيْنَ دَرَجَتَيْ عَرْضٍ (0) وَ(51) فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَيُقَدَّرُ بُعْدُهُ عَنَّا بِحَوَالَيْ (26) سَنَةً ضَوْئِيَّةً. وَالنَّجْمُ الْمُسَمَّى (هـ) هَاءَ اللُّورا، تَبَيَّنَ أَنَّهُ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، يُرَى مَعَ تَوْأَمِهِ بِالْمِنْظَارِ الْعَادِيِّ، كَمَا يُمْكِنُ لأَصْحَابِ الْبَصَرِ

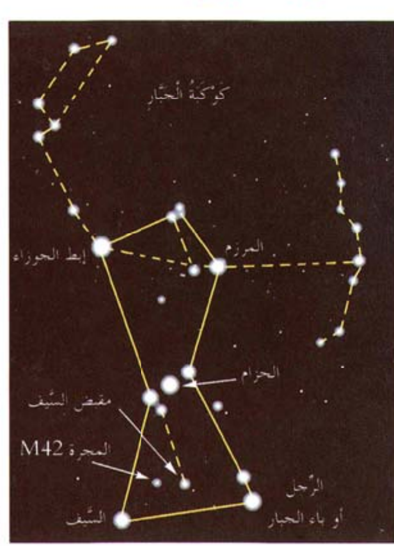

الْحَادِّ أَنْ يَرَوْهُ فِي اللَّيَالِي الصَّافِيَةِ مَعَ تَوْأَمِهِ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ.

كَوْكَبَةُ الْحَوَّاءِ أَوْ مُمْسِكَ الْحَيَّةِ Ophiuchus



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الْجَاثِي) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الْعَقْرَبِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (18) نَجْماً تَنْتَظِمُ عَلَى شَكْلِ خَطٍّ مُنْكَسِرٍ قَرِيبٍ فِي شَكْلِهِ مِنْ خَطٍّ مُنْحَنٍ مُتَقَعِّرٍ بِاتِّجَاهِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، وَهُوَ يَحْتَضِنُ فِي وَسَطِ الْمُقَعَّرِ مُضَلَّعاً خُمَاسِيّاً غَيْرَ مُنْتَظِمٍ مُلْتَصِقاً بِهِ، وَيَنْتَهِي أَحَدُ طَرَفَيْ ذَلِكَ الْخَطِّ بِمُثَلَّثٍ صَغِيرٍ مُلْتَصِقٍ بِهِ. وَأَقْرَبُ نُجُومِهِ إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (71) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَأَكْثَرُ نُجُومِهِ لَمَعَاناً النَّجْمُ الْمُسَمَّى (السَّابِقَ)، ثُمَّ النَّجْمُ الْقَرِيبُ مِنْهُ (ز) (زيتا) الْحَوَّاءِ، وَكِلَاهُمَا مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، ثُمَّ يَأْتِي بَعْدَهُمَا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (رَأْسَ الْحَوَّاءِ)، وَهُوَ مِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابِعَةِ.

كَوْكَبَةُ الْجَبَّارِ Orion



تَقَعُ بَيْنَ بُرْجِ (الثَّوْرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (الأَرْنَبِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ، وَتُجَاوِرُ بُرْجَ (التَّوْأَمَيْنِ).

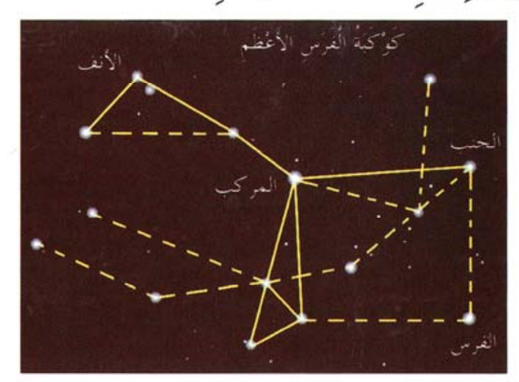
تَتَأَلَّفُ مِنْ (21) نَجْماً تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَّعٍ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ ذِي سَبْعَةِ أَضْلَاعٍ تَتَّصِلُ بِهِ فِي أَعْلَاهُ ثَلَاثَةُ خُطُوطٍ مُنْكَسِرَةٌ. وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (70) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَفِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ نَجْمَانِ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الأُولَى: أَوَّلُهُمَا (الرِّجْلُ) أَوْ (بَاءُ الْجَبَّارِ) وَيَزِيدُ لَمَعَانُهُ عَلَى لَمَعَانِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (15000) مَرَّةٍ، وَثَانِيهِمَا (مَنْكِبُ الْجَوْزَاءِ) أَوْ (إِبْطُ الْجَوْزَاءِ)، وَهُوَ عِبَارَةٌ عَنْ نَجْمٍ مَارِدٍ أَحْمَرَ يَزِيدُ قُطْرُهُ عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (300) مَرَّةٍ، وَيَفُوقُ لَمَعَانُهُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (1200) مَرَّةٍ.

وَهُنَاكَ نَجْمَانِ آخَرَانِ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، أَحَدُهُمَا يُدْعَى (الْمِرْزَمَ) يَقَعُ عِنْدَ سَاقِ (الْجَبَّارِ)، وَالثَّانِي يُدْعَى (الْحِزَامَ) وَيَقَعُ وَسَطَ الْجُزْءِ الْمَدْعُوِّ (نِطَاقَ الْجَبَّارِ أَوْ حِزَامَهُ)، وَيَقَعُ عَلَى يَمِينِهِ نَجْمٌ يُدْعَى (الْمِنْطَقَةَ)، وَعَلَى يَسَارِهِ نَجْمٌ آخَرُ يُدْعَى (النِّطَاقَ)، وَهُمَا مِن نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّالِثَةِ. وَتُؤَلِّفُ هَذِهِ النُّجُومُ الثَّلَاثَةُ مَا يُدْعَى (سِلْسِلَةَ اللَّآلِئِ). وَتُدْعَى الْمِنْطَقَةُ الَّتِي تَقَعُ تَحْتَ (حِزَامِ الْجَبَّارِ) مُبَاشَرَةً بِاسْمِ (مِقْبَضِ السَّيْفِ). وَالنَّجْمُ الْمَوْجُودُ عِنْدَ كَفِّ (الْجَبَّارِ) يُدْعَى (السَّيْفَ).

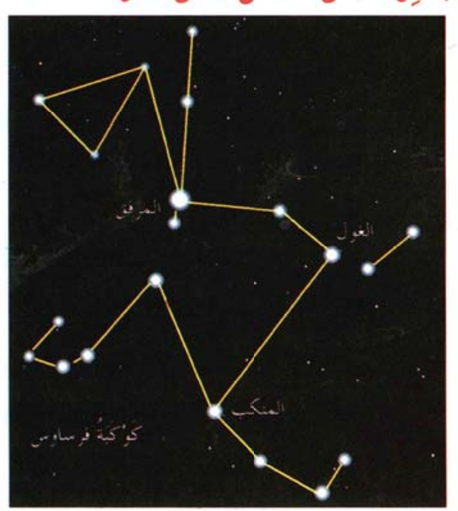
وَعِنْدَمَا نُوَجِّهُ الْمِرْقَبَ إِلَى السَّمَاءِ، عَبْرَ الْمِنْطَقَةِ الْوَاقِعَةِ بَيْنَ نُجُومِ (الرِّجْلِ) وَ(السَّيْفِ) وَ(حِزَامِ الْجَبَّارِ)، نَرَى فِي أَعْمَاقِ السَّمَاءِ مَنْظَراً مِنْ أَرْوَعِ مَنَاظِرِ السَّمَاءِ، إِنَّهُ السَّدِيمُ الأَعْظَمُ فِي (كَوْكَبَةِ الْجَبَّارِ). وَهُوَ مَا يُطْلَقُ عَلَيْهِ اسْمُ الْمَجَرَّةِ (M 42) أَوْ (مِسييه 42).

كَوْكَبَةُ الْفَرَسِ الأَعْظَمِ Pegasus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (ذَاتِ الْكُرْسِيِّ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الدَّلْوِ أَوِ السَّاقِي) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (12) نَجْماً: سِتَّةٌ مِنْهَا تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا شِبْهَ مُنْحَرِفٍ يُمَثِّلُ جِسْمَ الْفَرَسِ، وَخَمْسَةٌ أُخْرَى تَقَعُ عَلَى ضِلْعَيْ زَاوِيَةٍ مُنْفَرِجَةٍ تَتَّصِلُ بِإِحْدَى زَوَايَا شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ، وَتُمَثِّلُ رَقَبَةَ الْفَرَسِ وَرَأْسَهَا، وَنَجْمٌ يَقَعُ فِي نِهَايَةِ الْخَطِّ الْمُسْتَقِيمِ الْمُنْبَعِثِ مِنَ الزَّاوِيَةِ الثَّانِيَةِ لِشِبْهِ الْمُنْحَرِفِ، وَيُمَثِّلُ رِجلَ الْفَرَسِ. وَأَكْثَرُ نُجُومِهَا لَمَعَاناً خَمْسَةُ نُجُومٍ، كُلُّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، أَرْبَعَةٌ مِنْهَا يَحْتَلُّ كُلُّ وَاحِدٍ مِنْهَا زَاوِيَةً مِنْ زَوَايَا شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ الأَرْبَعِ، وَيُدْعَى الأَوَّلُ (الْفَرَسَ)، أَمَّا الثَّانِي فَيُدْعَى (الْجَنْبَ)، وَيُدْعَى الثَّالِثُ بِاسْمِ (الْمَرْكَبِ). وَأَهَمُّ نَجْمٍ فِي عُنُقِ الْفَرَسِ وَرَأْسِهَا آخِرُهَا، وَيُسَمَّى (الأَنْفَ)، وَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ أَيْضاً. وَنَجْمُ (الْفَرَسِ)، كَمَا ذَكَرْنَا سَابِقاً، نَجْمٌ مُشْتَرَكٌ مَعَ كَوْكَبَةِ (الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ) عِنْدَ إِحْدَى زَوَايَا شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ. وَيَمْتَازُ شِبْهُ الْمُنْحَرِفِ الْمُمَثِّلُ لِجَسَدِ الْفَرَسِ بِوَفْرَةِ النُّجُومِ الَّتِي تُرَى دَاخِلَهُ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ. وَيُمْكِنُ لِسُكَّانِ الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ أَنْ يَرَوْا فِيهِ أَكْثَرَ مِنْ (100) نَجمٍ عِنْدَمَا يَصْفُو الْجَوُّ، أَمَّا الْبِلَادُ الَّتِي تَقَعُ إِلَى الشَّمَالِ مِن تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ، فَلَا يَرَوْنَ مِنْهَا إِلَّا عَدَداً مَحْدُوداً جِدّاً.



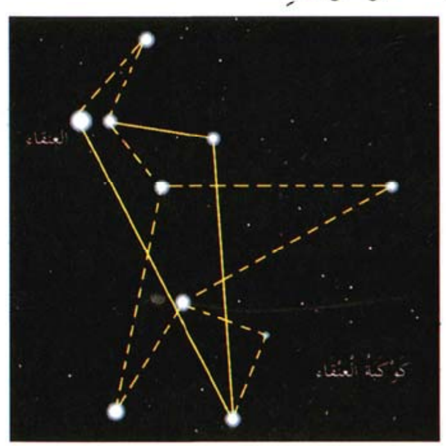
كَوْكَبَةُ فِرساوس (حامل رأس الغُول) Perseus



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الزَّرَافَةِ) وَبَيْنَ حَشْدِ (الثُّرَيَّا) النَّجْمِيِّ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (21) نَجْماً تَنْتَظِمُ فَوْقَ عِدَّةِ خُطُوطٍ مُنْكَسِرَةٍ، تُؤَلِّفُ عِنْدَ نُقَاطِ الْتِقَائِهَا زَوَايَا حَادَّةً وَمُنْفَرِجَةً وَقَائِمَةً. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (34) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَأَكْثَرُ نُجُومِ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ لَمَعَاناً النَّجْمُ الْمُسَمَّى (أ) أَلِفَ فرساوس أَوِ (الْمِرْفَقِ)، وَهُوَ نَجْمٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، وَيَلِيهِ فِي اللَّمَعَانِ ثَلاَثَةُ نُجُومٍ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّالِثَةِ، وَأَهَمُّهَا نَجْمَانِ: أَحَدُهُمَا يُدْعَى (الْمَنْكِبَ) وَثَانِيهِمَا (الْغُولَ) الَّذِي بَيَّنَتِ الْمَرَاقِبُ أَنَّهُ يَتَأَلَّفُ مِن نَجْمَيْنِ تَوْأَمَيْنِ يَدُورانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا كُلَّ (2) يَوْمَيْنِ وَ(21) سَاعَةً دَوْرَةً وَاحِدَةً، يَكْسِفُ كُلٌّ مِنْهُمَا الآخَرَ خِلاَلَهَا. وَلَمَّا كَانَ أَحَدُهُمَا خَافِتاً لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، وَالثَّانِي لاَمِعاً، فَإِنْ كَسَفَ النَّجْمِ الأَوَّلِ لِلثَّانِي يَجْعَلُ نُورَهُ يَضْعُفُ بِمِقْدَارِ (3/1) لَمَعَانِهِ الَّذِي كَانَ عَلَيْهِ، وَذَلِكَ لِمُدَّةِ (4) سَاعَاتٍ. وَلَمَّا كَانَ تَغَيُّرُ لَمَعَانِ نَجْم (الْغُولِ) يُمْكِنُ مُلاَحَظَتُهُ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، فَقَدْ عُرِفَ هَذَا الأَمْرُ فِيهِ مُنْذُ الْقِدَمِ.

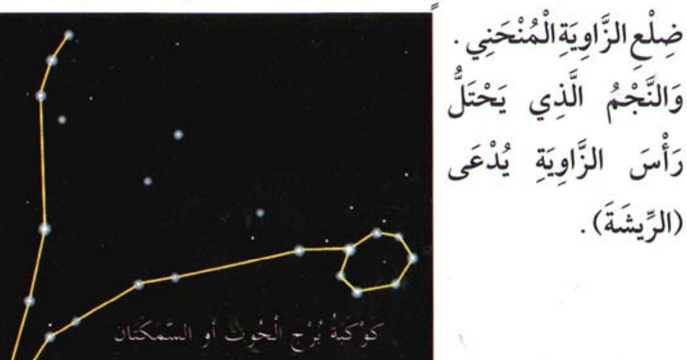
كَوْكَبَةُ الْعَنْقَاءِ Phoenix

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْبَجعِ) وَ(النَّهْرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (9) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي شِبْهِ مُنْحَرِفٍ يَتَّصِلُ بِهِ فِي إِحْدَى زَوَايَاهُ خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ، وَفِي الزَّاوِيَةِ الثَّانِيَةِ خَطٌّ مُنْكَسِرٌ مُعْظَمُ نُجُومِهِ لاَمِعَةٌ، إِذْ فِيهِ (1) نَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ هُوَ (نَيِّرُ الزَّوْرَقِ) وَ(5) نُجُوم مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا النُّجُومُ الثَّلاَثَةُ الْبَاقِيَةُ فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهِ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (132) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً، وَهُوَ النَّجْمُ الَّذِي دَعَوْنَاهُ (نَيِّرُ الزَّوْرَقِ).



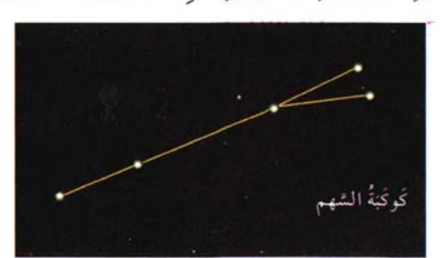
كَوْكَبَةُ بُرْجِ الْحُوتِ Pisces

يَقَعُ بَيْنَ (بُرْجِ الْحَمَلِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (قِيطس) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُوم تَنْتَظِمُ فِي زَاوِيَةٍ حَادَّةٍ، أَحَدُ ضِلْعَيْهَا مُنْحَنٍ قَلِيلاً وَمُبْتَعِدٌ عَنِ الضِّلْعِ الثَّانِي بَعْضَ الشَّيْءِ، وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى نَجْم الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (75) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَنُجُومُهُ خَافِتَةٌ، إِذْ إِنَّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، بِاسْتِثْنَاءِ نَجْم وَاحِدٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ يَقَعُ فِي نِهَايَةِ ضِلْعِ الزَّاوِيَةِ الْمُنْحَنِي. وَالنَّجْمُ الَّذِي يَحْتَلُّ رَأْسَ الزَّاوِيَةِ يُدْعَى (الرِّيشَةَ).



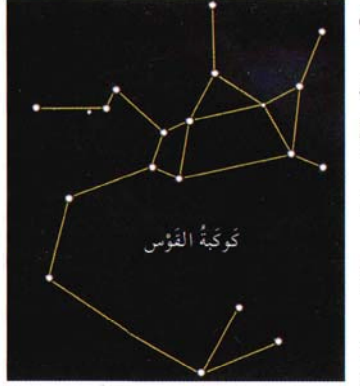
كَوْكَبَةُ السَّهْمِ Sagitta

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الدَّجاجَةِ) وَ(الْعُقابِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ مُصْطَفَّةٍ عَلَى خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ، وَالنَّجْمُ الَّذِي يَقَعُ قَرِيباً مِنْ وَسَطِ الْخَطِّ، وَكَذَلِكَ النَّجْمُ الَّذِي يَقَعُ فِي آخِرِهِ، هُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا النَّجْمَانِ الآخَرَانِ فَخَافِتَانِ، إِذْ هُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.


كَوكَبَةُ السَّهم

كَوْكَبَةُ بُرْجِ الْقَوْسِ أَوِ الرَّامِي Sagittarius

يَقَعُ بَيْنَ بُرْجَيْ (الْعَقْرَبِ) وَ(الْجَدْيِ). وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (13) نَجْماً تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا خَطّاً مُنْكَسِراً يَتَّصِلُ بِهِ شِبْهُ مُنْحَرِفٍ مِنْ جِهَةِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، وَمُثَلَّثٌ مِنَ الْجِهَةِ الثَّانِيَةِ عَبْرَ خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (102) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَفِيهِ نَجْمٌ وَاحِدٌ لاَمِعٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ هُوَ نَجْمُ (الْقَوْسِ الْجَنُوبِيِّ)، وَ(4) نُجُومٍ لاَمِعَةٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّالِثَةِ، مِنْهَا (قَوْسُ خَطِّ الزَّوَالِ) وَ(الْقَوْسُ الشَّمَالِيُّ) وَ(السَّلَّةُ) وَ(النَّصْلُ)، وَقُرْبَ هَذَا النَّجْمِ الأَخِيرِ تَبْدُو فِي أَعْمَاقِ السَّمَاءِ الْمَجَرَّةُ (M8)، كَمَا نَجِدُ بَيْنَ هَذَا النَّجْمِ وَبَيْنَ أَقْرَبِ نَجْمٍ إِلَيْهِ مِنْ (بُرْجِ الْعَقْرَبِ)، فِي أَعْمَاقِ السَّمَاءِ، الْمَجَرَّةَ (M 7).


كَوكَبَةُ القَوْس

كَوْكَبَةُ بُرْجِ الْعَقْرَبِ Scorpius

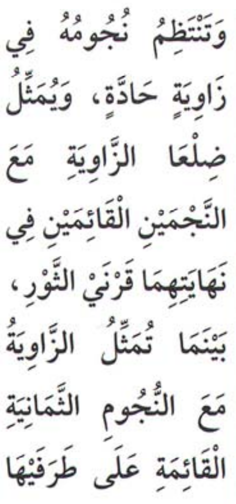
يَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الذِّئْبِ) وَبُرْجِ (الْقَوْسِ أَوِ الرَّامِي). وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (17) نَجْماً تَنْتَظِمُ عَلَى شَكْلِ خَطٍّ مُنْكَسِرٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ مَسَافَةَ (103) دَرَجَاتِ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةٍ، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى بِنَجْمِ (الْعَقْرَبِ)، وَهُوَ مَارِدٌ أَحْمَرُ وَمِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّالِثَةِ اللاَّمِعَةِ. وَهُنَاكَ خَمْسَةُ نُجُومٍ أُخْرَى لاَمِعَةٌ، اثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ هُمَا (قَلْبُ الْعَقْرَبِ) وَ(الشَّوْلَةُ)، أَمَّا (الشَّبَاةُ) - أَيْ إِبْرَةُ الْعَقْرَبِ - وَمَعَ (3) نُجُومٍ أُخْرَى، فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَمَا تَبَقَّى مِنَ النُّجُومِ فَهِيَ نُجُومٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابِعَةِ بِاسْتِثْنَاءِ نَجْمَيْنِ مِنْهَا هُمَا مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ قُطْرَ نَجْمِ (قَلْبِ الْعَقْرَبِ) يَزِيدُ عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ بِحَوَالَيْ (450) مَرَّةً. وَمِنْ خِلاَلِ (بُرْجِ الْعَقْرَبِ) تُرَى فِي أَعْمَاقِ السَّمَاءِ مَجَرَّةٌ تُعْتَبَرُ مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْغَنِيَّةِ بِالنُّجُومِ.


كَوكَبَةُ بُرج العَقرَب

كَوْكَبَةُ بُرْجِ الثَّوْرِ Taurus

يَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (مُمْسِكِ الأَعِنَّةِ) وَ (الْجَبَّارِ). وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (10) نُجُومٍ أَحَدُهَا مُشْتَرَكٌ مَعَ كَوْكَبَةِ (مُمْسِكِ الأَعِنَّةِ). وَتَنْتَظِمُ نُجُومُهُ فِي زَاوِيَةٍ حَادَّةٍ، وَيُمَثِّلُ ضِلْعَا الزَّاوِيَةِ مَعَ النَّجْمَيْنِ الْقَائِمَيْنِ فِي نَهَايَتِهِمَا قَرْنَيْ الثَّوْرِ، بَيْنَمَا تُمَثِّلُ الزَّاوِيَةُ مَعَ النُّجُومِ الثَّمَانِيَةِ الْقَائِمَةِ عَلَى طَرَفَيْهَا


كَوكَبَةُ بُرْج الثَور



رَأْسَ الثَّوْرِ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهِ إِلَى نَجْم الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (62) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُشْتَرَكُ مَعَ كَوْكَبَةِ (مُمْسِكِ الأعِنَّةِ). أَمَّا أَكْثَرُ نُجُومِ هَذَا الْبُرْجِ لَمَعَاناً فَهُوَ نَجْمُ (الدَّبَرَانِ) الَّذِي يَقَعُ فِي مِنْطَقَةِ رَأْسِ الثَّوْرِ، وَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ، يَلِيهِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (النَّاطِحَ).

كَوْكَبَةُ الدُّبُّ الأَكْبَرُ Ursa Major

تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ (بُرْجِ الأَسَدِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى نَجْم الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الدُّبَّ) وَالَّذِي يَبْعُدُ عَنِ الْقُطْبِ (28) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

وَتَتَأَلَّفُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ مِنْ (19) نَجْماً تُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ؛ إِلاَّ أَنَّ أَبْرَزَهَا النُّجُومُ السَّبْعَةُ الَّتِي تُؤَلِّفُ أَرْبَعَةٌ مِنْهَا شِبْهَ مُنْحَرِفٍ يُمَثِّلُ جِسْمَ الدُّبِّ، وَثَلاثَةٌ مِنْهَا تُؤَلِّفُ خَطّاً مُنْكَسِراً، وَتُمَثِّلُ ذَيْلَ ذَلِكَ الدُّبِّ. وَنَجْمُ (الدُّبِّ)، الَّذِي أَشَرْنَا إِلَيْهِ، هُوَ أَكْثَرُهَا لَمَعَاناً، وَيُدْعَى أَيْضاً (أ) أَلِفَ الدُّبِّ. وَيُدْعَى أَقْرَبُ نَجْم لَهُ فِي شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ نَجْمَ (الْمُرَاقِ) كَمَا يُدْعَى (ب) بَاءَ الدُّبِّ. وَهَذَانِ النَّجْمَانِ يُدْعَيَانِ بِـ (الْمُشِيرَيْنِ) لأَنَّهُمَا يُشِيرَانِ إِلَى (نَجْمِ الْقُطْبِ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى مَسَافَةٍ تُعَادِلُ (5) أَمْثَالِ الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ (الْمُشِيرَيْنِ).

وَيُدْعَى النَّجْمُ الْمُجَاوِرُ لِـ (الْمُرَاقِ) فِي شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ (الْفَخْذُ) أَوْ (ج) جِيمَ الدُّبِّ، وَيُجَاوِرُهُ آخِرُ نَجْم فِي شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْمغْرَزُ) أَوْ (د) دَالُ الدُّبِّ.

كوكبة الدبّ الأكبر

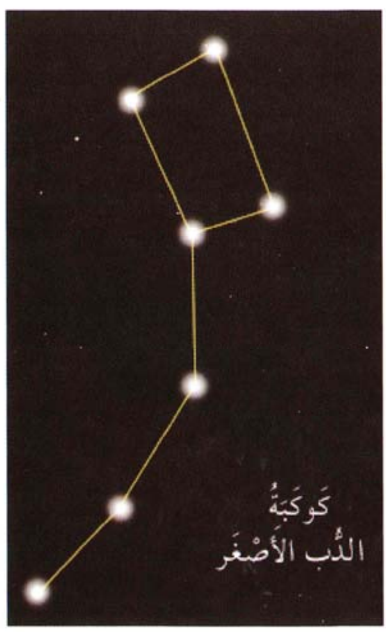
وَأَوَّلُ نَجْم مِنْ نُجُومِ الذَّيْلِ الْمُجَاوِرَةِ لِشِبْهِ الْمُنْحَرِفَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْجَوْنَ) أَوْ (هـ) هَاءَ الدُّبِّ، وَيُقَارِبُ لَمَعَانُهُ لَمَعَانَ نَجْمِ (الدُّبِّ). وَيَلِيهِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْعَنَّاقَ) أَوْ (ز) زَايَ الدُّبِّ، وَقَدْ بَيَّنَتِ الْمَرَاقِبُ أَنَّهُ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، أَيْ تَوْأَمٌ، يُدْعَى الكَبِيرُ مِنْهُمَا بِاسْمِ (الْمَزَارِ) أَمَّا الصَّغِيرُ فَيُدْعَى (الكور). وَآخِرُ نَجْم فِي ذَيْلِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) يُدْعَى (الْقَائِدَ) أَوْ (ح) حَاءَ الدُّبِّ، وَيُشْبِهُ لَمَعَانُهُ لَمَعَانَ نَجْم (الدُّبِّ) أَيْضاً. وَتُدْعَى النُّجُومُ السَّبْعَةُ فِي كَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) بِاسْمِ (بَنَاتِ نَعْشٍ).

كَوْكَبَةُ الدُّبُّ الأَصْغَرُ Ursa Minor

يَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُوم عَلَى شَكْلِ (مِغْرَفَةٍ)، ثَلاثَةُ نُجُوم مِنْهَا تُؤَلِّفُ الْيَدَ، وَهِيَ الَّتِي تُمَثِّلُ ذَيْلَ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ)، وَأَرْبَعَةٌ مِنْهَا عَلَى شَكْلِ شِبْهِ مُنْحَرِفٍ تُؤَلِّفُ جِسْمَ تِلْكَ الْمِغْرَفَةِ، كَمَا تُمَثِّلُ جَسَدَ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) وَرَأْسَهُ.

وَآخِرُ نَجْم فِي ذَنَبِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) هُوَ أَكْثَرُ نُجُوم هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ لَمَعَاناً، كَمَا أَنَّهُ أَكْثَرُ نُجُوم السَّمَاءِ أَهَمِيَّةً، إِذْ يُمَثِّلُ نُقْطَةَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ السَّمَاوِيِّ، وَبِوَسَاطَتِهِ يُحَدِّدُ سُكَّانُ الأَرْضِ جِهَةَ الشَّمَالِ لَيْلاً. وَهُوَ بِدَايَةُ دَرَجَاتِ عَرْضِ السَّمَاءِ، لِذَا أُعْطِيَ رَقْمَ (0)، بَيْنَمَا أُعْطِيَتْ نُقْطَةُ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ رَقْمَ (180).

وَبِمَا أَنَّ الأَرْضَ تَدُورُ حَوْلَ مِحْوَرِهَا، وَمِحْوَرُهَا مُتَّجِهٌ نَحْوَ نَجْم الْقُطْبِ، فَإِنَّ جَمِيعَ نُجُوم السَّمَاءِ، الَّتِي تَدُورُ الأَرْضُ أَمَامَهَا، تَبْدُو لَنَا ظَاهِرِيّاً وَكَأَنَّهَا تَزْحَفُ كُلَّ لَيْلَةٍ مِنَ الشَّرْقِ لِتَتَّجِهَ نَحْوَ الْغَرْبِ،


كوكبة الدُّب الأصْغَر

بِاسْتِثْنَاءِ (نَجْمِ الْقُطْبِ) الَّذِي يَبْدُو ثَابِتاً فِي مَكَانِهِ لاَ يَتَزَحْزَحُ؛ وَهَذَا مَا دَعَا الْعَامَّةَ إِلَى تَسْمِيَتِهِ (الْمِسْمَارِ).

وَ(نَجْمُ الْقُطْبِ) هَذَا، لاَ يُمَثِّلُ تَمَاماً نُقْطَةَ الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ الشَّمَالِيِّ، تِلْكَ النُّقْطَةَ الَّتِي تَقَعُ إِلَى الْجَنُوبِ الشَّرْقِيِّ مِنْهُ عَلَى بُعْدِ (1¼) دَرَجَةٍ، وَلَكِنْ لِعَدَمِ وُجُودِ نَجْمٍ وَاضِحٍ فِي تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ، يُمْكِنُ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ أَنْ تَرَاهُ. فَقَدِ اعْتُمِدَ (نَجْمُ الْقُطْبِ) لِيُمَثِّلَ تِلْكَ النُّقْطَةَ، مُتَجَاوِزِينَ عَنِ الْخَطَأِ الْبَسِيطِ الَّذِي نَقَعُ فِيهِ.

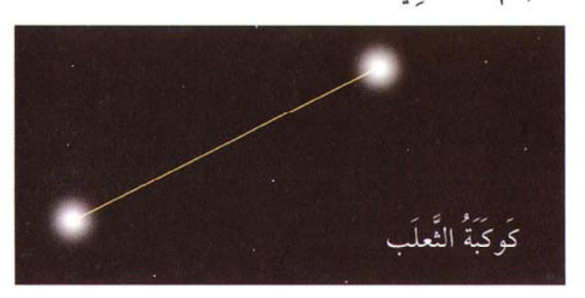
وَيُقَدَّرُ بُعْدُ النَّجْمِ الْقُطْبِيِّ عَنَّا بِمِئَاتِ السِّنِينَ الضَّوْئِيَّةِ. وَيَصِفُهُ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ بِأَنَّهُ نَجْمٌ وَهَّاجٌ إِلَى حَدٍّ مُخِيفٍ عِنْدَمَا نَنْظُرُ إِلَيْهِ بِالْمِرْقَبِ. إِلاَّ أَنَّ شِدَّةَ لَمَعَانِهِ، الَّتِي تَتَزَايَدُ عَادَةً خِلاَلَ أَرْبَعَةِ أَيَّامٍ، حَيْثُ تَبْلُغُ أَوْجَهَا فِي الْيَوْمِ الرَّابِعِ، تَأْخُذُ فِي الْخُفُوتِ شَيْئاً فَشَيْئاً، بَدْءاً مِنَ الْيَوْمِ الْخَامِسِ وَحَتَّى الْيَوْمِ السَّابِعِ، لِيَعُودَ النَّجْمُ إِلَى سَابِقِ تَوَهُّجِهِ الْقَوِيِّ؛ لِذَا يُصَنَّفُ ضِمْنَ النُّجُومِ الْمَعْرُوفَةِ بِاسْمِ (الْمُتَغَيِّرَاتِ). كَمَا كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ عَنْ وُجُودِ تَوْأَمٍ لَهُ، أَقَلَّ لَمَعَاناً مِنْهُ بِكَثِيرٍ.

وَيُمْكِنُ الاسْتِدْلاَلُ عَلَى النَّجْمِ الْقُطْبِيِّ بِوَسَاطَةِ النَّجْمَيْنِ اللَّذَيْنِ يُشَكِّلاَنِ الْقَاعِدَةَ الْعَرْضِيَّةَ السُّفْلَى لِكَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) وَالْمَدْعُوَّيْنِ بِاسْمِ (الْمُشِيرَيْنِ)، أَوَّلُهُمَا يُسَمَّى (أ) أَلِفُ الدُّبِّ الأَكْبَرِ، وَثَانِيهِمَا (ب) بَاءُ الدُّبِّ الأَكْبَرِ. فَعِنْدَمَا نَتَّجِهُ مِنْ (بَاءِ الدُّبِّ الأَكْبَرِ) إِلَى (أَلِفِ الدُّبِّ الأَكْبَرِ)، ثُمَّ نَسِيرُ عَلَى خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ بِأَبْصَارِنَا خَمْسَةَ أَمْثَالِ الْمَسَافَةِ بَيْنَ هَذَيْنِ النَّجْمَيْنِ، نَبْلُغُ النَّجْمَ الْقُطْبِيَّ الَّذِي لاَ يُمْكِنُ لِلْعَيْنِ أَنْ تُخْطِئَ مَكَانَهُ لِعَدَمِ وُجُودِ أَيِّ نَجْمٍ لاَمِعٍ عَلَى مَقْرُبَةٍ مِنْهُ.

وَالنَّجْمَانِ اللَّذَانِ يَقَعَانِ فِي نِهَايَةِ مُسْتَطِيلِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) يُدْعَيَانِ (الْفَرْقَدَيْنِ)، وَأَحَدُهُمَا يُقَارِبُ فِي لَمَعَانِهِ لَمَعَانَ النَّجْمِ الْقُطْبِيِّ، إِذْ إِنَّهُ مُعْتَبَرٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّالِثَةِ بَيْنَ النُّجُومِ، أَمَّا لَمَعَانُ (الْفَرْقَدِ) الآخَرِ فَأَقَلُّ مِنْهُمَا بِقَلِيلٍ، إِذْ هُوَ مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ. أَمَّا النُّجُومُ الأَرْبَعَةُ الْبَاقِيَةُ مِنْ نُجُومِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَبْعَدُ نُجُومِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ) عَنْ نَجْمِ (الْقُطْبِ) هُوَ (الْفَرْقَدُ الصَّغِيرُ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى دَرَجَةِ عَرْضٍ (18) جَنُوبَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ.

كَوْكَبَةُ الثَّعْلَب Vulpecula

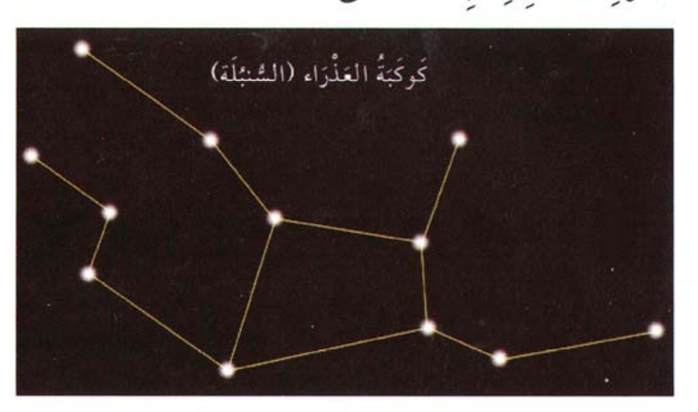
إِحْدَى كَوكَبَات النِّصفِ الشَّمَالي، وَتُرَى فِي لَيَالي الصَّيْف. وَتَقَع في دَرْبِ التَّبَانَة وَيُوجَد فِيْهَا سَدِيْم الدَّامبلز، وَ السَّدِيْم الكَوْكَبِيّ (M27).



كَوْكَبَةُ بُرْجِ السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعَذْرَاءِ Virgo

يَقَعُ هَذَا الْبُرْجُ بِمُجَاوَرَةِ (بُرْجِ الأَسَدِ) وَبَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (كِلاَبِ الصَّيْدِ) وَ(الْغُرَابِ). وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (13) نَجْماً، أَقْرَبُهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (84) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَأَكْثَرُ نُجُومِهِ لَمَعَاناً النَّجْمُ الْمُسَمَّى (السِّمَاكُ الأَعْزَلُ)، وَهُوَ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، وَمُعْظَمُ نُجُومِهِ الْبَاقِيَةِ هِيَ نُجُومٌ خَافِتَةٌ، إِذْ لَيْسَ فِيهِ إِلاَّ نَجْمٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ وَنَجْمَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ.

وَيُعْتَبَرُ هَذَا الْبُرْجُ أَكْثَرَ الْبُرُوجِ امْتِدَاداً عَلَى دَرَجَاتِ الطُّولِ السَّمَاوِيَّةِ، إِذْ يَمْتَدُّ عَلَى (45) دَرَجَةً.



كَوْكَبَاتُ السَّمَاءِ الجَنُوبيّة وَبُرُوجُهَا

كَوْكَبَةُ مُفْرَغَة الهَوَاء Antlia

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْبُوصِلَةِ) وَ (النَّهرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ الْخَافِتَةِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ مُبَعْثَرَةٍ فِي السَّمَاءِ قُرْبَ كَوْكَبَةِ (الشِّرَاعِ) لاَ يَجْمَعُ بَيْنَهَا خَطٌّ أَوْ شَكْلٌ هَنْدَسِيٌّ. وَأَقْرَبُ نَجم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (115) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ عُصْفُورِ الْجَنَّةِ Apus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْبَلَسْتَرَة) وَ(الْمُثَلَّثِ الْجَنُوبِيِّ). وَتَتَأَلَّفُ مِن نَجْمَيْنِ مِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابِعَةِ، يَبْعُدَانِ عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ (169) دَرَجَةَ عَرَضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الْمَجْمَرَةِ أَوِ الْمِحْرَابِ Ara

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الذِّئْبِ) وَ(نورما) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (الطَّاوُوس) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (8) نُجُوم تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَّعٍ سُدَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ، يَمْتَدُّ مِنْ أَحَدِ رُؤُوسِهِ خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ قَصِيرٌ. وَنُجُومُهَا لاَمِعَةٌ، اثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ هُمَا (أ) أَلِفُ الْمَجْمَرَةِ، وَ(ب) بَاءُ الْمَجْمَرَةِ، وَخَمْسَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَنَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (140) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً، وَهُوَ نَجْمُ (أَلْفَا الْمَجْمَرَةِ) أَوْ (أ) أَلِفُ الْمَجْمَرَةِ.

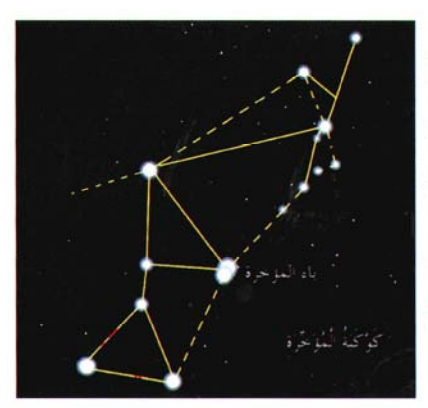
خَرِيطَة القبة

كَوْكَبَةُ الْمُؤَخَّرَةِ ، الكَوثَل Puppis

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْكَلْبِ الأَكْبَرِ) وَ (الْبُوصِلَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (12) نَجْماً تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا مُضَلَّعاً غَيْرَ مُنْتَظِم يَضُمُّ (11) ضِلْعاً.

السَّماوِيَة الجَنوبِية

وَتُشَكِّلُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ، كَمَا ذَكَرْنَا، الْجُزْءَ الأَوَّلَ مِنْ أَجْزَاءِ كَوْكَبَةِ (السَّفِينَةِ). وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (114) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. فِيهَا ثَلاثَةُ نُجُوم مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ أَهَمُّهَا (بَاءُ الْمُؤَخَّرَةِ) وَهُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، أَمَّا مَا تَبَقَّى مِنْ نُجُومِهَا فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ.



كَوْكَبَةُ السَّفِينَةِ Carina

نَظَراً لِكَثْرَةِ عَدَدِ النُّجُومِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ، وَلِلرُّقْعَةِ الْوَاسِعَةِ الَّتِي تَشْغَلُهَا مِنَ السَّمَاءِ، فَقَدْ قَسَّمَهَا عُلَمَاءُ الْفَلَكِ إِلَى ثَلاثَةِ أَقْسَامٍ هِيَ: (الْمُؤَخَّرَةُ) الَّتِي تُحَمَّلُ بِالْبَضَائِعِ، ثُمَّ (الْقَرِينَةُ) الَّتِي تَحْمِلُ رُبَّانَ السَّفِينَةِ وَمُسَاعِدِيهِ وَالْمُسَافِرِينَ، ثُمَّ (الشِّرَاعُ) الَّذِي يُنْصَبُ فَوْقَ السَّفِينَةِ لِلاسْتِفَادَةِ مِنَ الرِّيَاحِ فِي دَفْعِهَا وَتَسْيِيرِهَا. وَأَقْرَبُ نُجُومِ (السَّفِينَةِ) إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ مَوْجُودٌ فِي كَوْكَبَةِ (الْمُؤَخَّرَةِ) إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ (114) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. أَمَّا أَبْعَدُ نَجْم عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ فَمَوْجُودٌ فِي كَوْكَبَةِ (الْقَرِينَةِ) إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (160) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



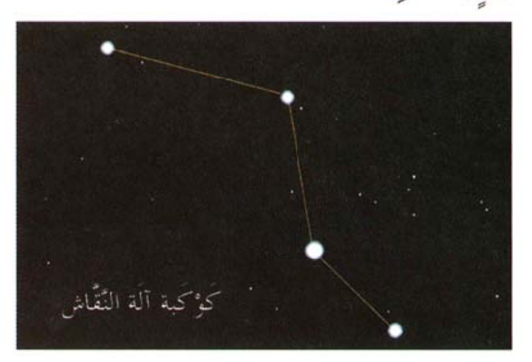
أَمَّا قَاعِدَةُ السَّفِينَةِ تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الشِّرَاعِ) وَ (الْمُجَنَّحِ أَوِ الطَّائِرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (12) نَجْماً تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا مُضَلَّعاً غَيْرَ

مُنْتَظِم ذَا ثَمَانِيَةِ أَضْلاعٍ يَنْبَعِثُ مِنْ أَحَدِهَا نَحْوَ خَارِجِ الْمُضَلَّعِ مُسْتَقِيمٌ قَصِيرٌ. وَتَضُمُّ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ نَجْماً وَاحِداً مِنَ الْمَرْتَبَةِ الأُولَى، هُوَ (سُهَيْلُ الْيَمَنِ)، وَنَجْمَيْنِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ. وَيَأْتِي (سُهَيْلُ الْيَمَنِ) فِي الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ مِنْ حَيْثُ اللَّمَعَانُ بَيْنَ نُجُومِ السَّمَاءِ بَعْدَ نَجْمِ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّةِ). وَلَوْ أَنَّ بُعْدَهُ عَنَّا كَانَ مِثْلَ بُعْدِ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّةِ)، لَفَاقَهَا فِي اللَّمَعَانِ.

وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَإِنَّ كَوْكَبَةَ (الْقَرِينَةِ) تُعْتَبَرُ مِنَ الْكَوْكَبَاتِ اللاَّمِعَةِ. وَأَقْرَب نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (143) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

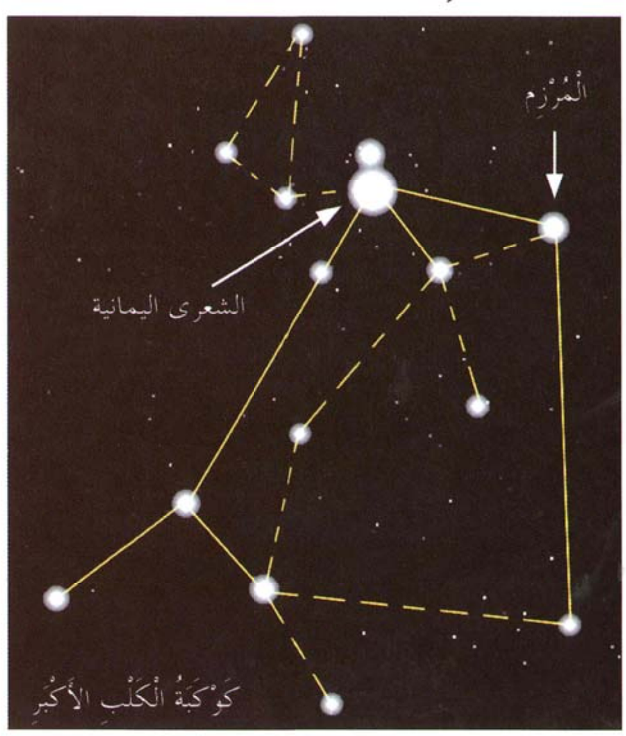
كَوْكَبَةُ آلة النقاش Caelum

وَهِيَ مَجْمُوعَةُ نُجُومٍ خَافِتَةٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ مُبَعْثَرَةٌ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (النَّهْرِ) وَ(الْيَمَامَةِ) لاَ يَجْمَعُهَا شَكْلٌ هَنْدَسِيٌّ، وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (127) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الْكَلْبِ الأَكْبَرِ Canis Major

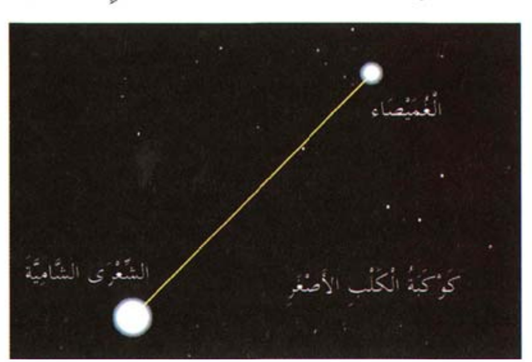
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الأَرْنَبِ) وَ (مُؤَخَّرَةِ السَّفِينَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (15) نَجْماً أَهَمُّهَا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (أ) أَلِفَ الْكَلْبِ أَوِ (الشِّعْرى الْيَمَانِيَّةِ) (سيروس)، وَهُوَ مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الأُولَى وَمِنْ أَكْثَرِ نُجُومِ السَّمَاءِ لَمَعَاناً، وَمَعَ أَنَّهُ وَاقِعٌ عَلَى بُعْدِ (103) دَرَجَاتٍ عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، فَإِنَّ جَمِيعَ سُكَّانِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ يُمْكِنُهُمْ أَنْ يَرَوْهُ بِاسْتِثْنَاءِ مَنْ هُوَ مُقِيمٌ دَاخِلَ الدَّائِرَةِ الْقُطْبِيَّةِ الشَّمَالِيَّةِ، وَيَكُونُ عَلَى خَطِّ طُولِ (غرينيتش) تَقْرِيباً عِنْدَ مُنْتَصَفِ لَيْلَةِ رَأْسِ السَّنَةِ الْمِيلاَدِيَّةِ، وَيُشَاهَدُ بِتَلأْلُئِهِ الْبَدِيعِ الَّذِي يَبْدُو لِلنَّاظِرِ وَكَأَنَّهُ يَبْعَثُ بِأَلْوَانٍ مُتَعَدِّدَةٍ مُتَعَاقِبَةٍ عِنْدَ وَمِيضِهِ. وَقَدْ سَمَّاهُ الشَّاعِرُ الْيُونَانِيُّ (هومر) بِاسْمِ (النَّجْمِ الْكَلْبِيِّ)، كَمَا اهْتَمَّ قُدَمَاءُ الْمِصْرِيِّينَ بِهَذَا النَّجْمِ لأَنَّ مُصَادَفَةَ شُرُوقِهِ مَعَ شُرُوقِ الشَّمْسِ، فِي مُنْتَصَفِ فَصْلِ الصَّيْفِ، كَانَتْ إِيذَاناً بِبَدْءِ فَيَضَانِ النِّيلِ، وَقَدْ رَمَزُوا لَهُ بِصُورَةِ كَلْبٍ نَقَشُوهَا عَلَى جُدْرَانِ مَعَابِدِهِمْ. وَفِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ ثَلاثَةُ نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ أَهَمُّهَا (الْمِرْزَمُ)، وَمَا بَقِيَ مِنَ النُّجُومِ فَهِيَ مِنَ الْمَرَاتِبِ الثَّالِثَةِ وَالرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَتُشَكِّلُ نُجُومُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ فِيمَا بَيْنَهَا خُطُوطاً مُسْتَقِيمَةً وَمُنْكَسِرَةً، تَتَلاَقَى مَعَ بَعْضِهَا فِي زَوَايَا، وَيَتَّصِلُ بِأَحَدِ خُطُوطِهَا الْمُسْتَقِيمَةِ مُثَلَّثٌ مُتَسَاوِي السَّاقَيْنِ يَقَعُ عِنْدَ نِهَايَتِهِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (101) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الْكَلْبِ الأَصْغَرِ Canis Minor

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (وَحِيدِ الْقَرْنِ) وَبَيْنَ بُرْجِ (الْجَوْزَاءِ أَوِ

التَوْأَمَيْن). وَتتَألَّفُ مِنْ نَجْمَيْنِ اثْنَيْنِ عَلى خَطٍّ مُسْتَقِيم، أَحَدُهُمَا نَجْمٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الأُولَى وَهُوَ (الشِّعْرى الشَّامِيَّةُ)، أَمَّا الثَّاني فَمِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابعَةِ وَيُسَمَّى (الْغُمَيْصَاء)، وَهُوَ أَقْرَبُ النَّجْمَيْنِ إلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ، إذْ يَبْعُدُ عَنْهُ (81) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ قَنْطُورَس Centaurus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الشِّرَاع) وَ(الذِّئْب). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (25) نَجْماً تَرْتَصِفُ عَلَى خُطُوطٍ مُنْكَسِرَةٍ تَلْتَقِي مُشَكِّلَةً عَدَداً مِنَ الزَّوَايَا الْمُخْتَلِفَةِ فِيمَا بَيْنَهَا.

وَتَضُمُّ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ مِنَ النُّجُومِ اللاَّمِعَةِ أَكْثَرَ مِمَّا تَضُمُّهُ أَيَّةُ كَوْكَبَةٍ أُخْرَى، إذْ فِيهَا نَجْمَانِ مِنَ الدَّرَجَةِ الأُولَى هُمَا (أ) أَلِفُ قَنْطُورَس وَ(رِجْلُ قَنْطُورَس) أَوْ (ب) بَاءُ قَنْطُورَس. وَلاَ نَجِدُ فِي السَّمَاءِ نَجْمَيْنِ مِنَ الدَّرَجَةِ الأُولَى مِثْلَ هَذَيْنِ النَّجْمَيْنِ قُرْباً مِنْ بَعْضِهِمَا، إذْ لاَ يَفْصِلُ بَيْنَهُمَا إلاَّ مَسَافَةُ (5) دَرَجَاتٍ سَمَاوِيَّةٍ طُولِيَّةٍ. كَمَا نَجِدُ فِيهَا سِتَّةَ نُجُومٍ مِنَ الدَّرَجَةِ



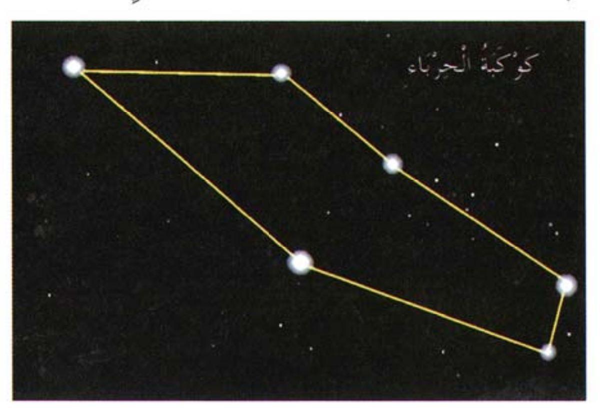
الثَّالِثَةِ، أَحَدُهَا نَجْمٌ تَوْأَمٌ مُزْدَوِجٌ، وَمَا تبقَّى مِنْ نُجُومِهَا فَمِنَ الْمَرْتَبَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (127) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

وَفِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ نَجِدُ أَقْرَبَ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ مَجَرَّتِنَا إلَيْنَا بَعْدَ الشَّمْسِ، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الأَقْرَبَ الْقَنْطُورِيَّ) الَّذِي يَبْعُدُ عَنَّا (4.27) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ، وَيَلِيهِ فِي الْقُرْبِ (أ) (أَلِفُ قَنْطُورَس) الَّذِي يَبْعُدُ عَنَّا (4.31) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ.

وَمِنْ خِلاَلِ قَلْبِ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ، يُرَى بِالْمِرْقَبِ الْحَشْدُ الْكُرَوِيُّ الْمُسَمَّى (أُومِيغا قَنْطُورَس) فِي مَكَانِ النَّجْمِ الْمُسَمَّى بِهَذَا الاِسْمِ (أُومِيغا قَنْطُورَس).

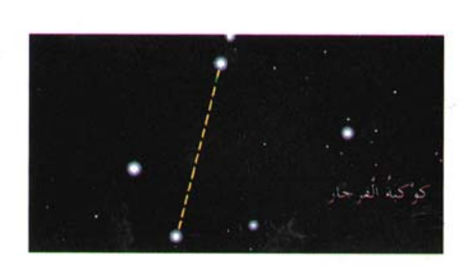
كَوْكَبَةُ الْحِرْبَاءِ Chamaeleon

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْقَرِينَةِ) وَ(الْبَلْسَتْرَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُوم خَافِتَةٍ مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ، تَصْطَفُّ عَلَى خَطٍّ مُنْكَسِرٍ، أَقْرَبُهَا إلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (167) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الفرجار (البِيْكَار) Circinus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (قَنْطُورَس) وَ(الْمُثَلَّثِ الْجَنُوبِيِّ). وَتَتَأَلَّفُ مِن نَجْمَيْنِ أَحَدُهُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ وَالثَّانِي مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، أَقْرَبُهُمَا إلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (148) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



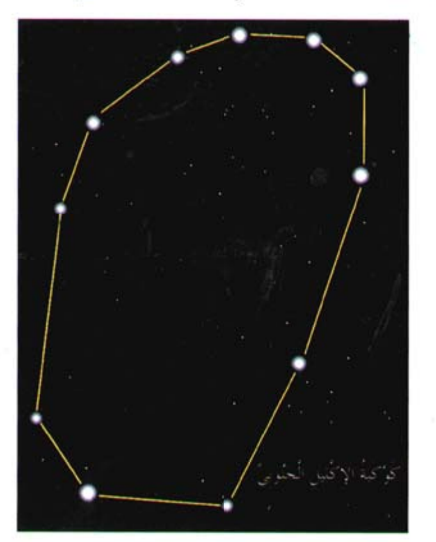
كَوْكَبَةُ الْيَمَامَةِ (الحَمَامَة) Columba

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (النَّهْرِ) وَ (السَّفِينَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِن (6) نُجُوم تَنْتَظِمُ فِي خُطُوطٍ ثَلاثَةٍ تَلْتَقِي فِي نُقْطَةٍ وَاحِدَةٍ، وَأَحَدُهَا مُنْكَسِرٌ. فِيهَا نَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ يُدْعَى (الْقَدَمُ)، وَثَلاثَةُ نُجُوم مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَنَجْمَانِ خَافِتَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (124) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الإِكْلِيلِ الْجَنُوبِيِّ Corona Australis

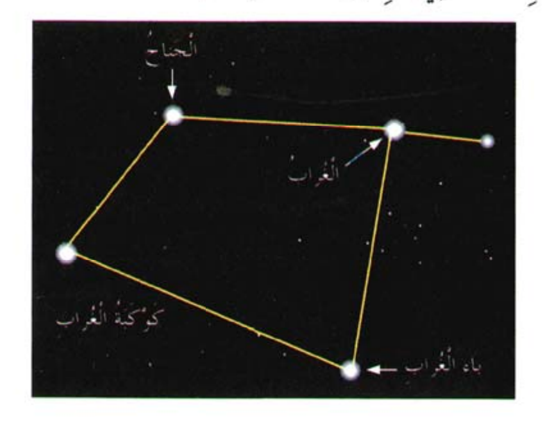
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْمَجْمَرَةِ) وَبُرْجِ (الْقَوْسِ أَوِ الرَّامِي). وَتَتَأَلَّفُ مِن نَجْمَيْنِ يَصِلُ بَيْنَهُمَا خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ قَصِيرٌ، أَحَدُ النَّجْمَيْنِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا الثَّانِي فَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ



الْخَامِسَةِ. وأَقْرَبُ نَجْم مِنْهُمَا إِلَى خَطِّ الاِسْتِوَاءِ يَبْعُدُ عَنْهُ (136) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.

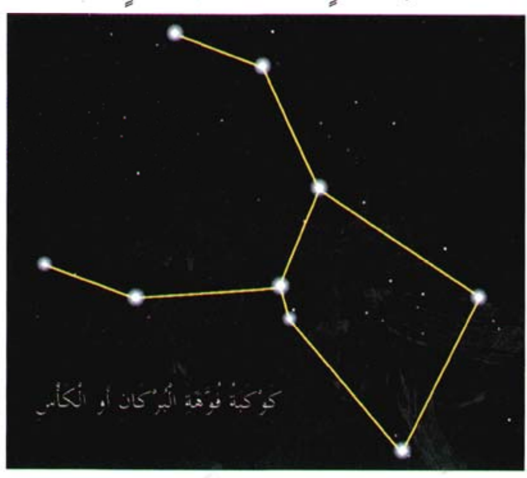
كَوْكَبَةُ الْغُرَابِ Corvus

تَقَعُ بَيْنَ بُرْجِ (السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعَذْرَاءِ) وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (الشُّجَاعِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُوم تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا شِبْهَ مُنْحَرِفٍ تَحْتَلُّ تِلْكَ النُّجُومُ زَوَايَاهُ، ثَلاثَةٌ مِنْهَا لامِعَةٌ، إِذْ إِنَّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، يُدْعَى أَوَّلُهَا (الْغُرَابَ) وَالثَّانِي (بَيْتَ الْغُرَابِ) وَالثَّالِثُ (الْجَنَاحَ)، أَمَّا النَّجْمُ الرَّابِعُ فَهُوَ أَقَلُّ لَمَعَاناً، إِذْ إِنَّهُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ. وَالنَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْجَنَاحَ) هُوَ أَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارَ (97).



كَوْكَبَةُ فُوَّهَةِ الْبُرْكَانِ أَوِ الْكَأْسِ الباطية Crater

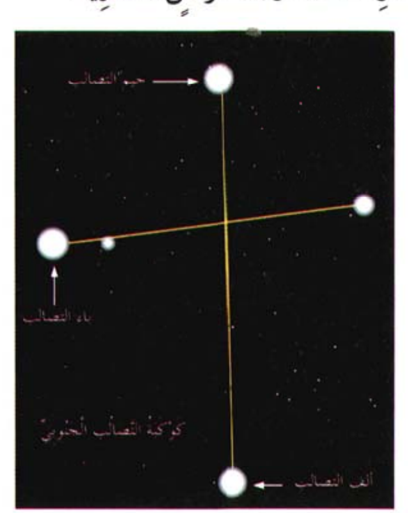
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الشُّجَاعِ) وَ(الْغُرَابِ). وَتَتَأَلَّفُ مِن (7) نُجُوم خَافِتَةٍ، إِذْ لَيْسَ فِيهَا إِلاَّ نَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، تَنْتَظِمُ عَلَى شَكْلِ مُضَلَّعٍ سُبَاعِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ، أَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا



إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (96) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَهِيَ مِنْ كَوْكَبَاتِ سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

كَوْكَبَةُ التَّصَالُبِ الْجَنُوبِيِّ Crux

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْقَرِينَةِ) وَ(قَنْطُورَس). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ لاَمِعَةٍ تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا خَطَّيْنِ مُتَصَالِبَيْنِ، ثَلاَثَةٌ مِنْهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ هِيَ (أ) أَلِفُ التَّصَالُبِ وَ(ب) بَاءُ التَّصَالُبِ وَ(ج) جِيمُ التَّصَالُبِ وَهُوَ أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارَ (146) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً، أَمَّا النَّجْمُ الرَّابِعُ فَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ. وَلَمَّا كَانَتْ نُجُومُ التَّصَالُبِ الثَّلاَثَةُ اللاَّمِعَةُ قَرِيبَةً مِنْ بَعْضِهَا، فَقَدِ اعْتُبِرَتْ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ مِنَ الْكَوْكَبَاتِ الْمُمَيَّزَةِ بَيْنَ كُلِّ كَوْكَبَاتِ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ، كَمَا هُوَ الْحَالُ بِالنِّسْبَةِ لِكَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الأَكْبَرِ) الْمُمَيَّزَةِ بِسُهُولَةٍ بَيْنَ جَمِيعِ كَوْكَبَاتِ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الشَّمَالِيَّةِ. وَيُشِيرُ الْخَطُّ الطَّوِيلُ مِنْ خَطَّيِ التَّصَالُبِ، الْمُنْتَهِي بِطَرَفَيْهِ بِنَجْمَيْنِ لاَمِعَيْنِ، إِلَى الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ الَّذِي يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (27) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



وَيُشِيرُ النَّجْمُ (ب) بَاءُ التَّصَالُبِ إِلَى نَجْمٍ قَرِيبٍ مِنْهُ خَافِتٍ، إِنَّمَا يُعْتَبَرُ فَرِيداً فِي لَوْنِهِ بَيْنَ جَمِيعِ نُجُومِ السَّمَاءِ، كَمَا قَالَ عَنْهُ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (جون هِرشِل) الَّذِي رَصَدَهُ، فَهُوَ أَلْمَعُ نَجْمٍ أَحْمَرَ تَمَّ رَصْدُهُ حَتَّى الْيَوْمِ، إِذْ أَنَّ حُمْرَتَهُ الْقِرْمِزِيَّةَ تَجْعَلُهُ يُشْبِهُ بِلَوْنِهِ لَوْنَ الدَّمِ الأَحْمَرِ الْقَانِي. وَعِنْدَمَا نُقَارِنُ هَذَا النَّجْمَ بِنَجْمِ (ب) بَاءِ التَّصَالُبِ، نَجِدُهُ لاَ يَتَجَاوَزُ نُقْطَةَ (دَمٍ حَمْرَاءَ) قُرْبَ صَحْفَةِ طَعَامٍ بَيْضَاءَ. وَفِي مِنْطَقَةِ التَّصَالُبِ، نَجِدُ جُزْءاً مِنْ أَكْثَرِ أَجْزَاءِ مَجَرَّتِنَا سُطُوعاً، كَمَا نَجِدُ فِي هَذَا الْجُزْءِ مِنَ الْمَجَرَّةِ مَشْهَداً يُعْتَبَرُ مِنْ أَغْرَبِ مَعَالِمِهَا، يَتَأَلَّفُ مِنْ رُقْعَةٍ سَوْدَاءَ فِي قَلْبِ هَذَا الْجُزْءِ الْمَجَرِّيِّ السَّاطِعِ، لَهَا شَكْلُ الْكُمَّثْرَى، تَمْتَدُّ عَلَى مَسَافَةِ (8) دَرَجَاتِ طُولٍ سَمَاوِيَّةٍ، وَبِعَرْضِ (5) دَرَجَاتِ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةٍ، دَعَاهَا الْفَلَكِيُّونَ وَالْبَحَّارَةُ قَدِيماً بِاسْمِ (كِيسِ الْفَحْمِ). وَكَانَ الأُسْتَرَالِيُّونَ الْقُدَامَى يَزْعُمُونَ أَنَّهَا حُفْرَةٌ مِنَ الظَّلاَمِ، وَأَنَّهَا كُتْلَةُ الشَّرِّ الْمُتَجَسِّدَةُ عَلَى شَكْلِ طَائِرٍ أَرْضِيٍّ يَدْعُونَهُ (إيمو) وَأَنَّهُ جَاثِمٌ عِنْدَ شَجَرَةٍ تُمَثِّلُهَا كَوْكَبَةُ (التَّصَالُبِ)، وَأَنَّهُ يَكْمُنُ هُنَاكَ لاِصْطِيَادِ الْحَيَوَانِ الْمُسَمَّى (أبسوم) الَّذِي اضْطَرَّهُ مُطَارِدُوهُ مِنَ الصَّيَّادِينَ لِلاِلْتِجَاءِ إِلَى أَعْلَى تِلْكَ الشَّجَرَةِ. وَقَدْ بَيَّنَتِ الْمَرَاقِبُ الْحَدِيثَةُ أَنَّ تِلْكَ الرُّقْعَةَ السَّوْدَاءَ مَا هِيَ إِلاَّ سَدِيمٌ تُرَابِيٌّ مُظْلِمٌ بِسَبَبِ كَثَافَتِهِ الَّتِي تَحْجُبُ خَلْفَهَا نُورَ النُّجُومِ حَجْباً كَامِلاً.

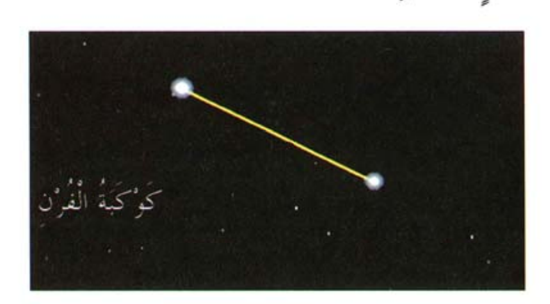
كَوْكَبَةُ الْحُوتِ الذَّهَبِيِّ (أَبُو سَيْف) Dorado

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الشَّبَكَةِ) وَ(بَيْتِ الْمُصَوِّرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ تَقَعُ عَلَى خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ، نَجْمَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا الثَّالِثُ فَمِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ وَهُوَ أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارَ (142) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



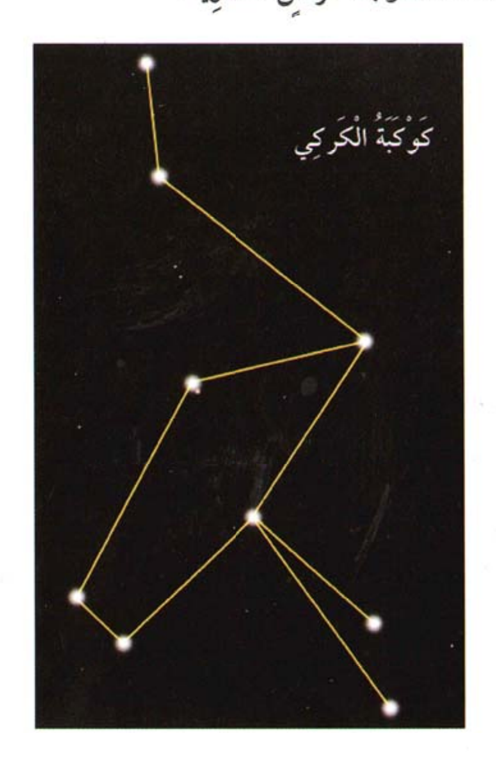
كَوْكَبَةُ فُرْنِ الْكِيمْيَاءِ ، الكُور Fornax

تَقَعُ فِي قَلْبِ كَوْكَبَةِ (النَّهْرِ) الَّتِي تَحُدُّهَا مِنْ جِهَةٍ، بَيْنَمَا تَحُدُّهَا كَوْكَبَةُ (قِيطس) مِنَ الْجِهَةِ الثَّانِيَةِ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ نَجْمَيْنِ أَحَدُهُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، وَالثَّانِي مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ وَهُوَ الأَقْرَبُ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارَ (119) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الكَركِي Grus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْهِنْدِيِّ) وَ(الْعَنْقَاءِ). وَتَتَأَلَّفُ مِن (10) نُجُومٍ، اثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَاثْنَانِ آخَرَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالْبَاقِي مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ هُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الذَّنَب)، وَيَبْعُدُ عَنْهُ (127) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



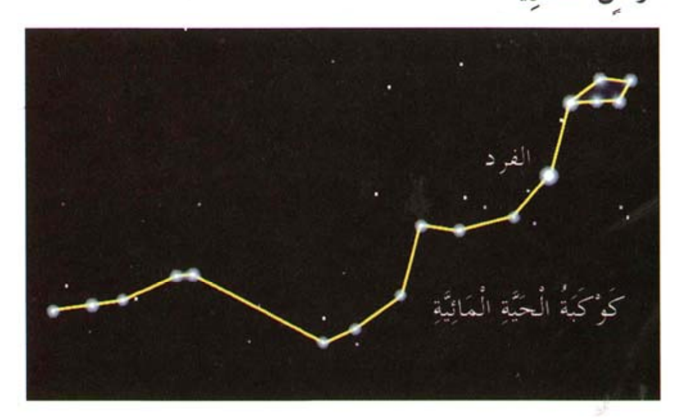
كَوْكَبَةُ السَّاعَةِ Horologium

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْعَنْقَاءِ) وَ(فُرْنِ الْكِيمْيَاءِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ مَجْمُوعَةِ نُجُومٍ مُبَعْثَرَةٍ بَيْنَ هَاتَيْنِ الْكَوْكَبَتَيْنِ، وَكُلُّهَا نُجُومٌ خَافِتَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (121) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ حَيَّةِ المَاء Hydrus

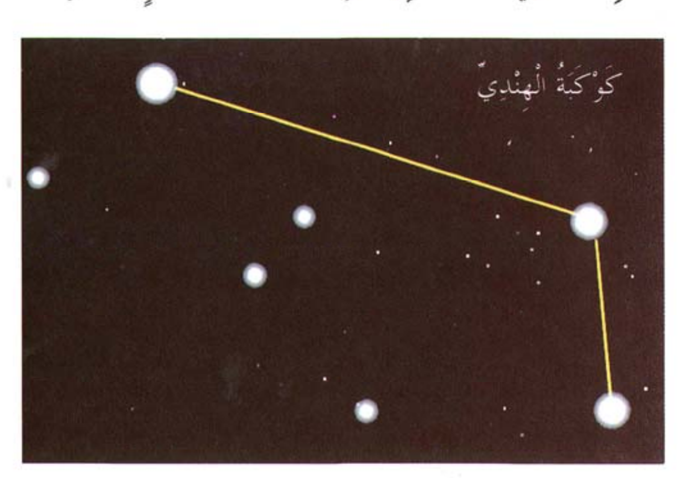
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (تُوكن) وَ (الشَّبَكَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُومٍ قَائِمَةٍ عَلَى خَطٍّ مُنْكَسِرٍ، أَحَدُهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَاثْنَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَاثْنَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (153) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الْهِنْدِيِّ Indus

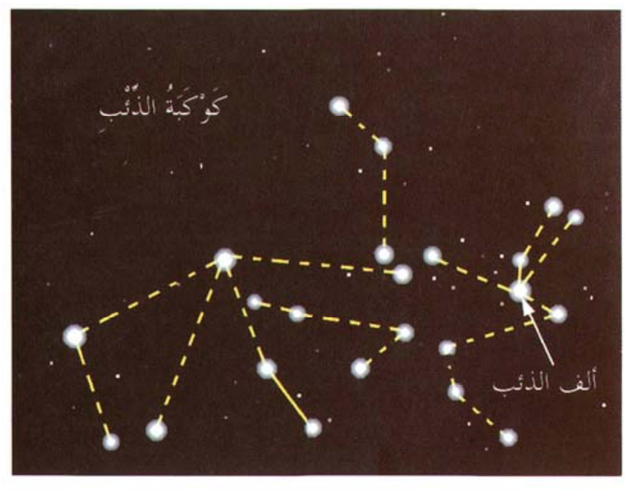
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الطَّاوُوسِ) وَ(الْبَجعِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ ثَلاثَةِ نُجُومٍ يَصِلُ بَيْنَهَا خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ وَهْمِيٌّ، نَجْمَانِ مِنْهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا الثَّالِثُ فَهُوَ مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ، وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى

الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (137) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



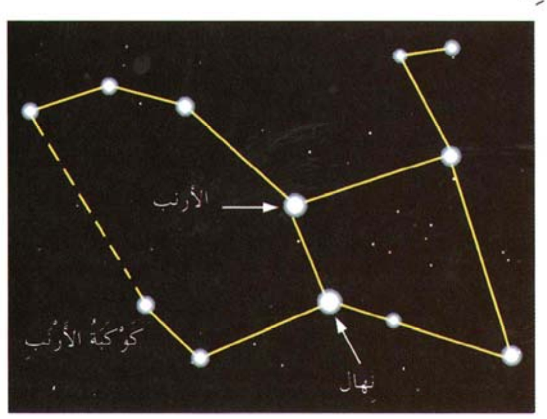
كَوْكَبَة الذِّئْب Lupus

تَتَأَلَّفُ مِنْ (16) نَجْماً تَنْتَظِمُ فِي خُطُوطٍ مُنْكَسِرَةٍ تَتَّصِلُ فِيمَا بَيْنَهَا مُشَكِّلَةً عِدَّةَ زَوَايَا. فِيهَا ثَلاثَةُ نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ هِيَ (أ) أَلِفُ الذِّئْبِ وَ(ب) بَاءُ الذِّئْبِ وَ(ج) جِيمُ الذِّئْبِ، وَمَا تَبَقَّى مِنْ نُجُومِهَا فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (125) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



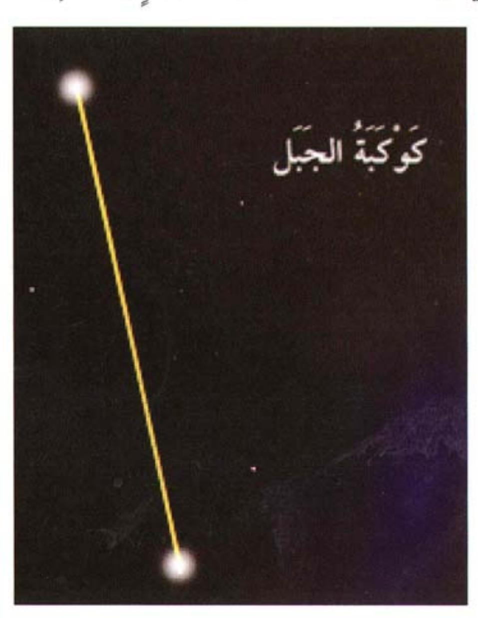
كَوْكَبَةُ الأَرْنَبِ Lepus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (النَّهْرِ) وَ (الْكَلْبِ الأَكْبَرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُومٍ: اثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، هُمَا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (نِهَالَ) وَالنَّجْمُ الْمُسَمَّى (الأَرْنَبَ). وَتُشَكِّلُ نُجُومُهَا فِيمَا بَيْنَهَا مُضَلَّعاً سُدَاسِيّاً غَيْرَ مُنْتَظِمٍ، أَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (107) دَرَجَاتِ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الجَبَل Mensa

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الشُّجَاعِ الذَّكَرِ) وَ(الْمُجَنَّحِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ مَجْمُوعَةِ نُجُومٍ خَافِتَةٍ مُبَعْثَرَةٍ بَيْنَ الْكَوْكَبَتَيْنِ الْمَذْكُورَتَيْنِ، لاَ يَجْمَعُهَا شَكْلٌ هَنْدَسِيٌّ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (165) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الْمِجْهَر Microscopium

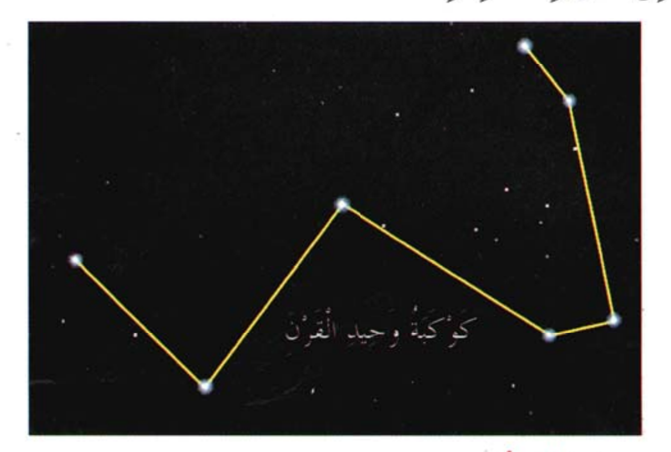
تَقَعُ بَيْنَ (بُرْجِ الْقَوْسِ أَوِ الرَّامِي) وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (الْحُوتِ الْجَنُوبِيِّ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ مَجْمُوعَةِ نُجُومٍ مُبَعْثَرَةٍ لاَ يَرْبِطُهَا شَكْلٌ

هَنْدَسِيٌّ، أَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (122) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



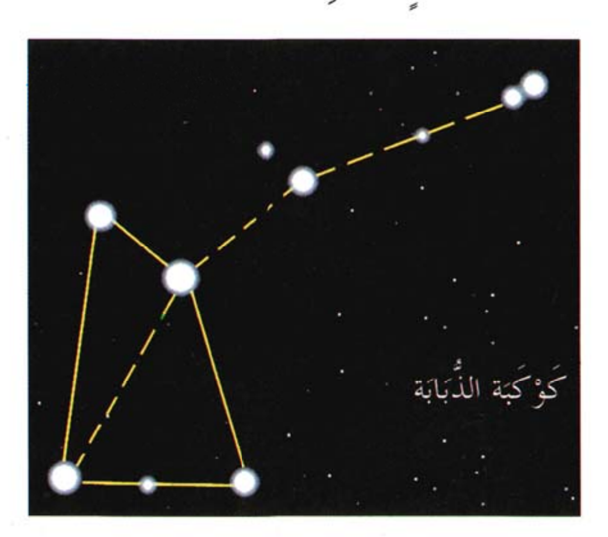
كَوْكَبَةُ وَحِيدِ الْقَرْنِ Monoceros

تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْجَبَّارِ) وَ(الشُّجَاعِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (6) نُجُومٍ تَرْتَصِفُ عَلَى شَكْلِ خَطٍّ مُنْكَسِرٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (88) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَنُجُومُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ خَافِتَةٌ، كُلُّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.



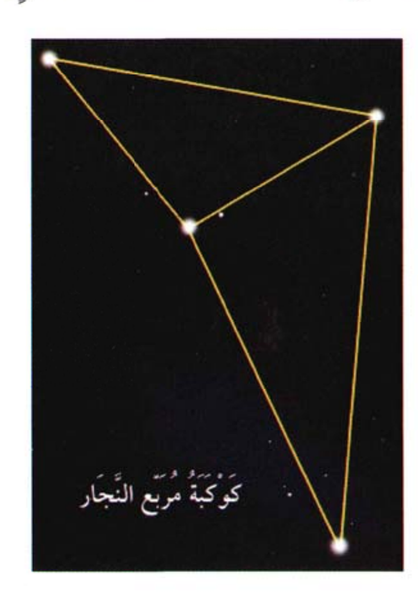
كَوْكَبَةُ الذُّبَابَةِ Musca

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْقَرِينَةِ) و(الفرجار). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ قَائِمَةٍ عَلَى خَطٍّ مُنْكَسِرٍ، أَحَدُهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَاثْنَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالنَّجْمُ الأَخِيرُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (157) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ مُرَبَّعِ النَّجَارِ Norma

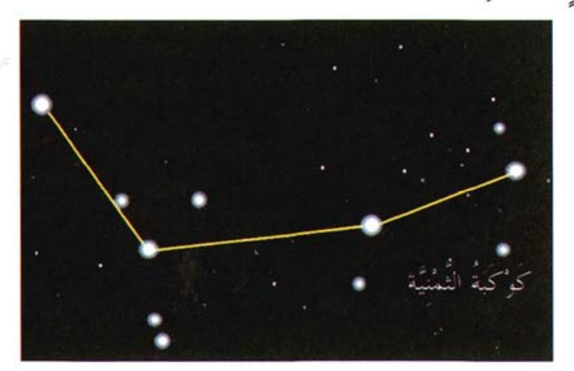
وَهِيَ مَجْمُوعَةُ نُجُومٍ مُتَنَاثِرَةٍ بَيْنَ كَوْكَبَاتِ (قَنْطُورَس) وَ(الذِّئْبِ) وَ(الْعَقْرَبِ). وَهِيَ نُجُومٌ خَافِتَةٌ كُلُّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، لاَ يَجْمَعُ فِيمَا بَيْنَهَا شَكْلٌ هَنْدَسِيٌّ، وَأَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (135) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الثُّمْنِيَّةِ Octans

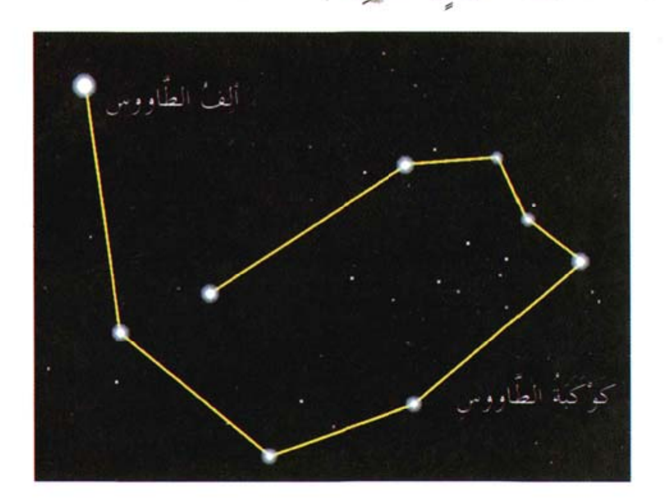
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (عُصْفُورِ الْجَنَّةِ) وَ(الشُّجَاعِ الذَّكَرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ، يَصِلُ بَيْنَهَا خَطٌّ وَهْمِيٌّ مُنْكَسِرٌ، أَحَدُهَا

مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا الثَّلاثَةُ الْبَاقِيَةُ فَمِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (167) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ الطَّاوُوسِ Pavo

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْمُثَلَّثِ الْجَنُوبِيِّ) وَ(الطوقان). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (10) نُجُوم: أَحَدُهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَة، وَثَلاثَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَمَا تَبَقَّى فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَتَنْتَظِمُ نُجُومُهَا فِي مُضَلَّعٍ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ مُؤَلَّفٍ مِنْ تِسْعَةِ أَضْلاعٍ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (147) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



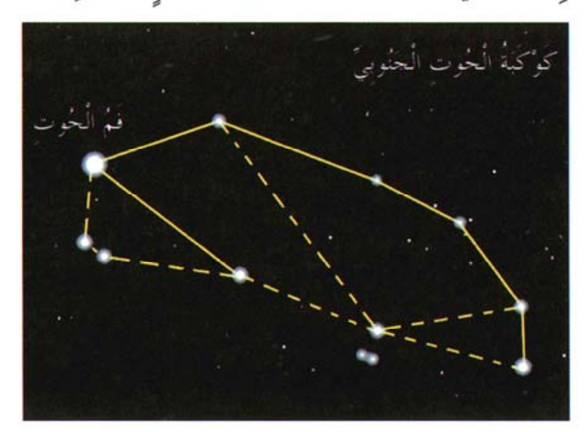
كَوْكَبَةُ بَيْتِ الْمُصَوِّرِ أَوْ كُرْسِيِّ الْمُصَوِّرِ Pictor

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْحُوتِ الذَّهَبِيِّ) وَ(الْقَرِينَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُوم: اثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالثَّالِثُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، مُشَكِّلَةٍ فِيمَا بَيْنَهَا خَطّاً مُنْكَسِراً. وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (142) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



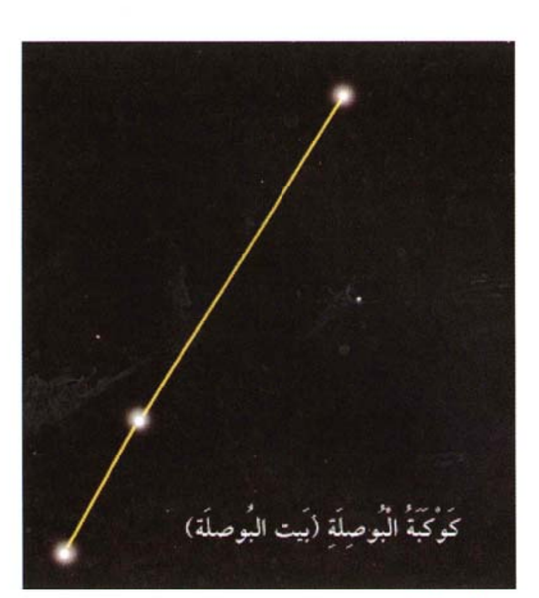
كَوْكَبَةُ الْحُوتِ الْجَنُوبِيِّ Piscis Austrinus

تَقَعُ بَيْنَ (بُرْجِ الْجَدْي) وَكَوْكَبَةِ (مَعْمَلِ الْمُصَوِّرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَّعٍ سُدَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ، فِيهَا نَجْمٌ وَاحِدٌ لامِعٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ هُوَ (فَمُ الْحُوتِ)، أَمَّا بَقِيَّةُ نُجُومِهَا فَخَافِتَةٌ، إِذْ إِنَّهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (117) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



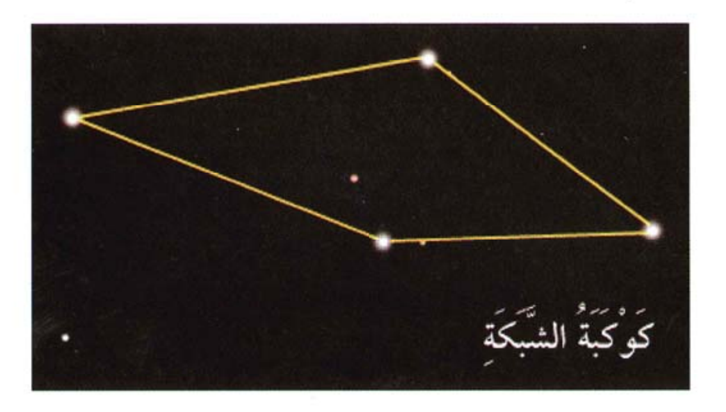
كَوْكَبَةُ الْبُوصِلَةِ (بَيت البُوصلَة) Pyxis

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْمُؤَخَّرَةِ) وَ(الشِّرَاعِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ، وَاحِدٌ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالاثْنَانِ الْبَاقِيَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (118) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



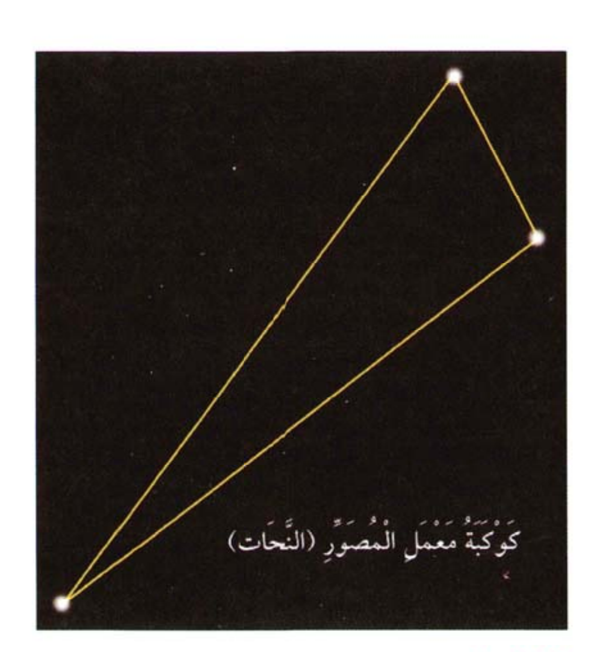
كَوْكَبَةُ الشَّبَكَةِ Reticulum

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الشُّجَاعِ الذَّكَرِ) وَ(الْحُوتِ الذَّهَبِيِّ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُومٍ تَقَعُ عَلَى خَطٍّ مُنْكَسِرٍ، اثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالْبَاقِي مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (149) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



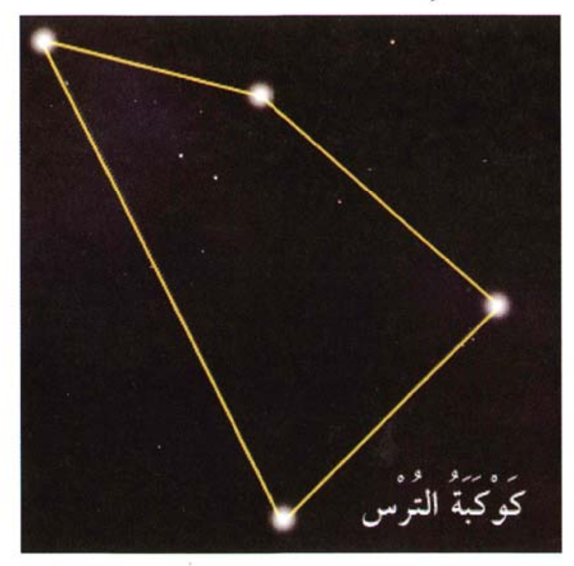
كَوْكَبَةُ مَعْمَلِ الْمُصَوِّرِ (النَّحات) Sculptor

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْبَجَعِ) وَ(قِيطَس). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ خَافِتَةٍ مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ، قَائِمَةٍ عَلَى خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (119) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ التُّرْسِ Scutum

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيِ (الْحَوَّاءِ) وَ(الْعُقَابِ). وَهِيَ مَجْمُوعَةُ نُجُومٍ خَافِتَةٍ مُبَعْثَرَةٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (96) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كَوْكَبَةُ السُّدْسِيَّةِ Sextans

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الشُّجَاعِ) وَبَيْنَ بُرْجِ (الأَسَدِ). وَتَنْتَظِمُ نُجُومُهَا الْخَافِتَةُ الثَّلاثَةُ عَلَى شَكْلِ زَاوِيَةٍ مُنْفَرِجَةٍ قَلِيلاً، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (85) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



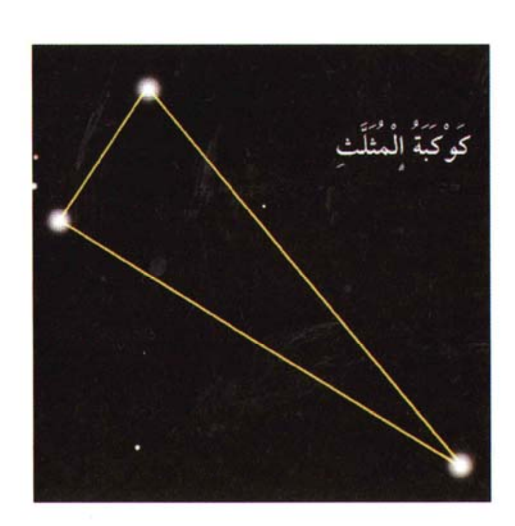
كَوْكَبَةُ الْمِرْقَبِ Telescopium

تَقَعُ ضِمْنَ بُرْجِ (الْقَوْسِ أَوِ الرَّامِي) الَّذي يُحيطُ بِهَا مِنْ ثَلَاثِ جِهَاتٍ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُوم خَافِتَةٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا خَطّاً مُنْكَسِراً مَحْدُودَ الامْتِدَادِ، أَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (124) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



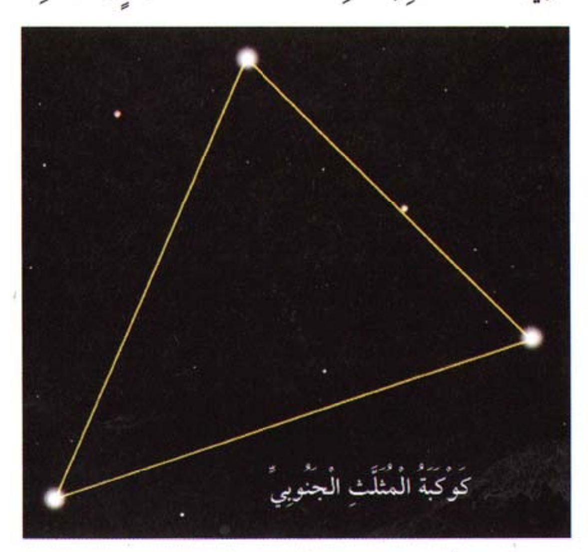
كَوْكَبَةُ الْمُثَلَّثِ Triangulum

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الْمَرْأَةِ الْمُسَلْسَلَةِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الْحَمَلِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ ثَلَاثَةِ نُجُوم تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا مُثَلَّثاً قَائِمَ الزَّاوِيَةِ، وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (55) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً. وَنُجُومُهَا خَافِتَةُ اللَّمَعَانِ، فَاثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا الثَّالِثُ فَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.



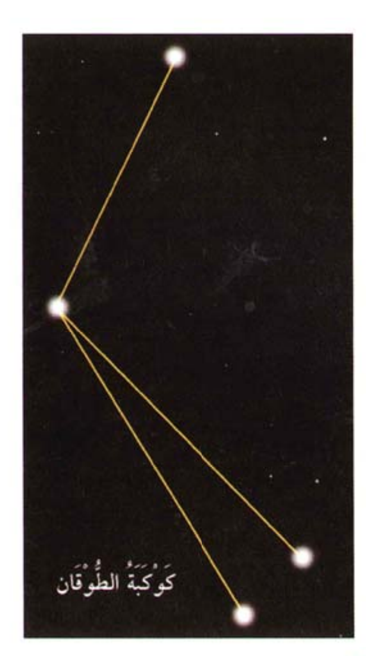
كَوْكَبَةُ الْمُثَلَّثِ الْجَنُوبِيِّ Triangulum Australe

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الفرجار) وَ(الطَّاوُوسِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُوم تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا مُثَلَّثاً، وَمِنْهَا نَجْمٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ هُوَ (أ) أَلِفُ الْمُثَلَّثِ، وَثَلَاثَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَنَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْم فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (153) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



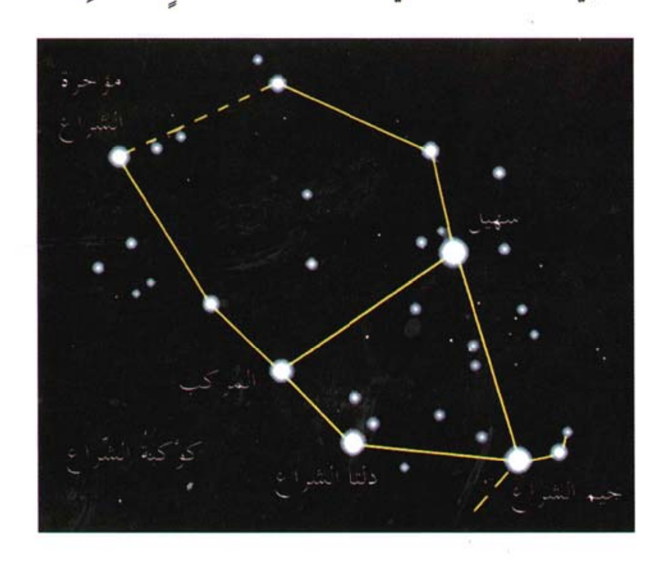
كَوْكَبَةُ الطُّوقَان Tucana

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الطَّاوُوسِ) وَ(الشُّجَاعِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُوم، أَحَدُهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ وَالْبَاقِي مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، تَقَعُ كُلُّهَا عَلَى خَطٍّ مُنْكَسِرٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (148) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.


كَوْكَبَةُ الطُّوقَان

كَوْكَبَةُ الشِّرَاعِ Vela

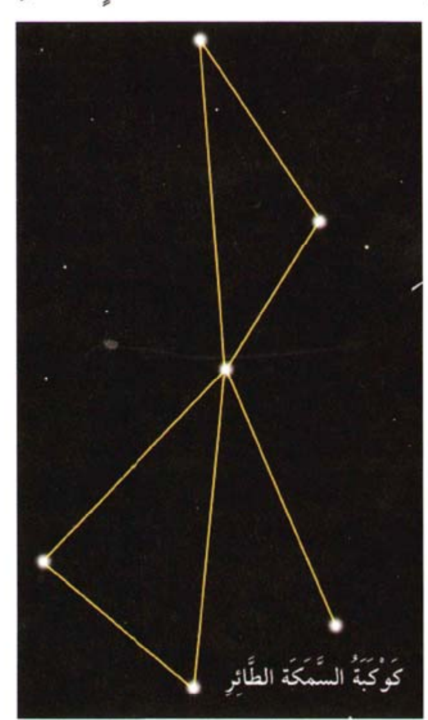
وَالشِّرَاعُ هُوَ الْجُزْءُ الثَّانِي مِنَ السَّفِينَةِ. تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْمُؤَخَّرَةِ) وَ(قِنطورس). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (11) نَجْماً أَحَدُهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ، وَهُوَ (ج) جِيمُ الشِّرَاعِ، وَ(5) نُجُوم أُخْرَى مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، هِيَ (السُّهَيْلُ) وَ(مُؤَخَّرَةُ الشِّرَاعِ) وَ(الْمَرْكَبُ) وَ(د) دَالُ الشِّراعِ، وَمَا بَقِيَ مِنْ نُجُومِهَا فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالَيْ (130) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.



كوكبة الشراع

كَوْكَبَةُ السَّمَكَةِ الطَّائِرِ Volans

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الشُّجَاعِ الذَّكَرِ) وَ (الْقَرِينَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مُعَيَّنٍ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ، يَمْتَدُّ مِنْ أَحَدِ رُؤُوسِهِ خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ، ثَلاثَةٌ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالنَّجْمَانِ الْبَاقِيَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (157) دَرَجَةَ عَرْضٍ سَمَاوِيَّةً.


كَوْكَبَةُ السَّمَكَةِ الطَّائِرِ

المجموعة الشمسية



دار الشرق العربي

لبنان ـ بيروت ـ ص . ب : 11/6918 الرمز البريدي 11072230

تلفاكس : 01 791668

سورية ـ حلب ـ ص . ب : 415 هاتف : 2115773 / 2116441

فاكس : 2125966

WWW. afach.aleppodir. com

email: afashco1@ scs-net. org

تمهيد

كانُوا خَمسَةً سادِسُهم الشَّمسُ، ثُمَّ أصْبَحوا سَبْعةً وَثامِنُهم الشَّمْسُ ثُمَّ أصْبَحوا تِسْعَةً وعاشِرُهُم الشَّمْسُ..
ثُمَّ لا أحَد يَعْلم بِعددِهِم إلا خالِقِهم.

إنَّها مَجْموعَتُنا الشَّمسيّةِ، نَجمَةٌ مُضيئَةٌ في الوَسَطِ وَتَتراقَصُ حَوْلها مَجْموعَةٌ مِنَ الكَواكِبِ، بَعضُها صَخْريٌّ وَالآخَرُ غازِيٌّ وَلا يوجَدُ ثالِثٌ لَهُما.

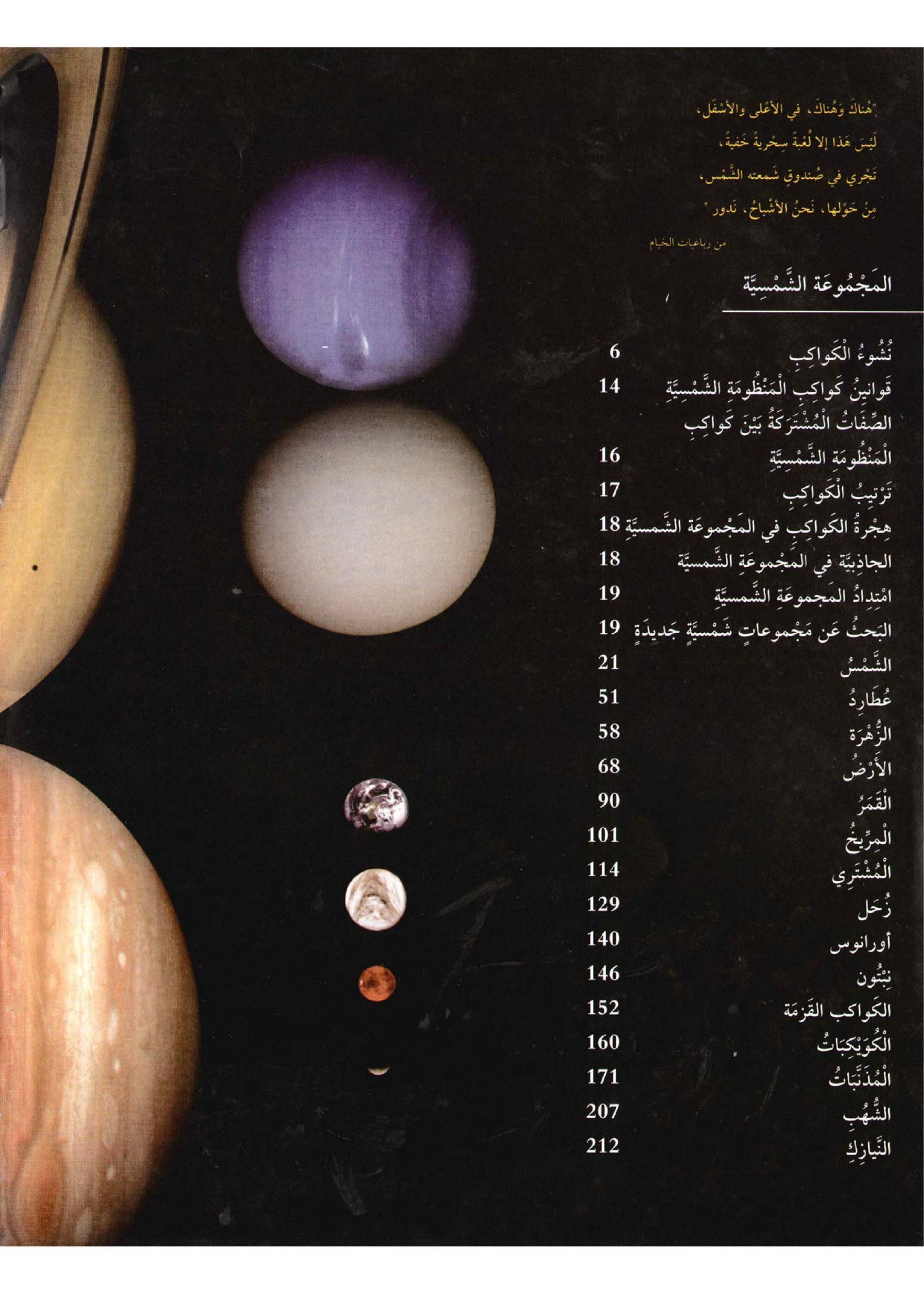
يُشارِكُ الكَواكِبَ في هَذهِ الرَّقعَةِ أحْزِمَةٌ مِنَ الحِجارةِ وَالصُّخورِ، الَّتي رُبَّما كانَتْ سَتُصبحُ كَوكَباً لِكِنَّ حَظَّها العاثِرَ مَنَعَها مِنْ ذَلك.

بَينَ الحينِ وَالآخَرِ تَزورُنا كُتَلٌ مِنَ الجَليدِ البارِدِ، تَقْتربُ مِنَ الشَّمسِ فَتتبَخرُ وَيُصبحُ لَها ذَنَبٌ، لِذَلك نُسمّيها بِالمُذنّباتِ، وَلا تَمْكثُ كَثيراً إذْ سُرعانَ ما تَقْفلُ عائِدَةً إلى حَيثُ جاءَتْ.

بَعْدَ خُروجِ بُلوتو مِنْ تَصنيفِ المَجْموعَةِ الشَّمْسيّةِ بِالإجْماعِ كَكَوكَبٍ تاسعٍ، أصْبَحَ بِإمْكانِنا تَصْنيفُها إلى كَواكِبَ داخليَّةٍ، وكَواكب خارجيّةٍ، وَكَواكِب قزمَةٍ، بِالإضافَةِ لإمْكانيّة تَصْنيفِها إلى كَواكِبَ صَخْريّةٍ وكَواكِبَ غازِيّة.

مِنْها ما يُرى بِالعَينِ المُجَرّدةِ وَيُمكنُ رَصْدُه، وَمِنْها يَحْتاجُ لِتِلسكوباتٍ ضَخْمَةٍ ذاتِ قُدْرةِ تَكْبيرٍ هائِلَةٍ، بَعْضها عَلى الأرْضِ وَالأُخْرَى في الفَضاءِ.

حَتَّى وَقْتنا الحالي، ورُبَّما لِعِدّة عُقودٍ، لَنْ نَستَطيعَ الكَشْفَ عَنْ كُلِّ أسْرارِ وَخَفايا الكَواكِبِ، بَلْ هُناكَ الحاجَةُ لِجُهودِ مِئاتِ العُلَماءِ لِمَعرفَةِ ما يَحْدُث فيها، وَهَذا لا شكَّ يَتطلّبُ إنْفاقاً لَيْسَ بِالقَليلِ لاسْتِجلاءِ هَذهِ الأسْرارِ.



"هُناكَ وَهُناكَ، في الأعْلى والأسْفَل،
لَيْسَ هَذا إلا لُعْبَةً سِحْريةً خَفيةً،
تَجْري في صُندوقٍ شَمعته الشَّمْس،
مِنْ حَوْلها، نَحنُ الأشْباحُ، نَدور"

من رباعيات الخيام

المَجْمُوعَة الشَّمْسِيَّة

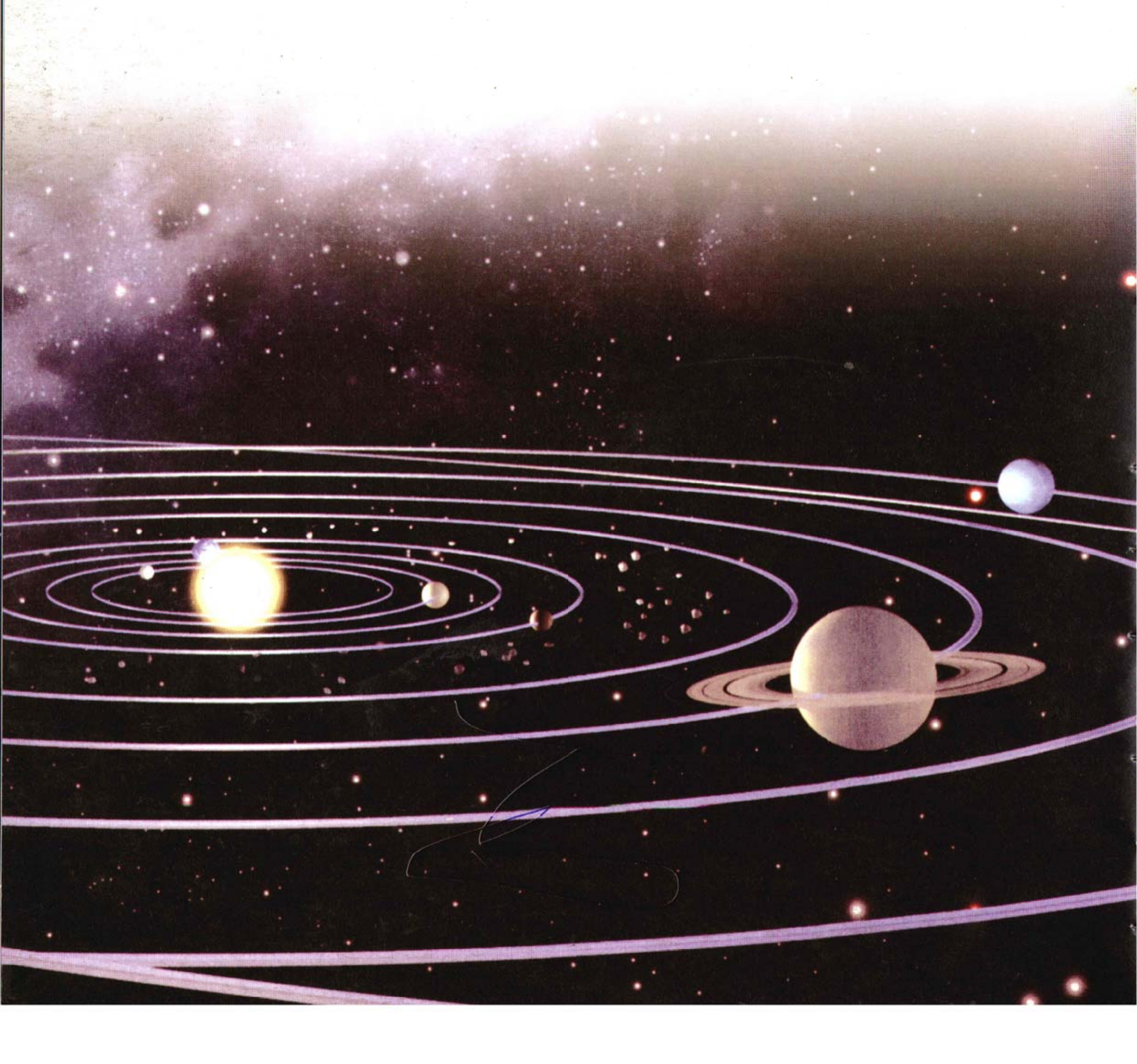
المَجْمُوعَة الشَّمْسِيَّة

Solar System

كَانَ كَهَنَةُ الشُّعُوبِ الْقَدِيمَةِ يَنْفَرِدُونَ بِرَصْدِ الأَجْرامِ السَّمَاوِيَّةِ مِنْ فَوْقِ سُطُوحِ مَعَابِدِهِمْ، مُعْتَبِرِينَ مَا كَانُوا يَقُومُونَ بِهِ عَمَلاً مُقَدَّساً لاَ يَجُوزُ لِغَيْرِهِمْ أَنْ يُمَارِسَهُ. وَكَانُوا هُمْ أَوَّلَ مَنْ أَطْلَقَ عَلَى نُجُومِ السَّمَاءِ اِسْمَ (كَواكِبَ) **Planets** فِي الْبِدَايَةِ، إِلاَّ أَنَّهُمْ لاَحَظُوا مِنْ خِلالِ رَصْدِهِمْ لَهَا أَنَّ بَعْضَهَا يَتَحَرَّكُ فِي السَّمَاءِ مُغَيِّراً مَوْقِعَهُ فِيهَا بَيْنَ يَوْمٍ وَآخَرَ، وَعِنْدَهَا أَطْلَقُوا عَلَى مِثْلِ تِلْكَ الأَجْرَامِ اِسْمَ (كَواكِبَ سَيَّارَةٍ).

وَلَمَّا كَانَتْ عَمَلِيَّةُ رَصْدِ السَّمَاءِ تَتِمُّ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، فَإِنَّ الأَقْدَمِينَ لَمْ يَسْتَطِيعُوا أَنْ يَتَعَرَّفُوا عَلَى أَكْثَرَ مِنْ خَمْسَةِ كَواكِبَ سَيَّارَةٍ هِيَ: عُطَارِدُ، الزُّهْرَةُ، الْمِرِّيخُ، الْمُشْتَرِي، وَزُحَلُ.

أَمَّا الأَرْضُ فَقَدْ سَادَ الاِعْتِقَادُ لَدَيْهِمْ، وَلِفَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ،



بِأَنَّهَا مَرْكَزُ الْكَوْنِ، تَدُورُ حَوْلَهَا جَمِيعُ أَجْرَامِهِ، مِنْ شَمْسٍ وَقَمَرٍ وَنُجُومٍ وَأَبْرَاجٍ وَكَواكِبَ سَيَّارَةٍ، وَأَنَّ الْكَواكِبَ السَّيَّارَةَ آلِهَةٌ قَائِمَةٌ فِي السَّمَاءِ، لِكُلٍّ مِنْهَا مَرْكَزُهُ وَسُلْطَتُهُ؛ فَالْمِصْرِيُّونَ الْقُدَامَى دَعَوْا (الزُّهْرَةَ) الإِلَهَةُ (عُشْتَارَ) وَاعْتَبَرُوهَا ابْنَةَ الإِلَهِ (الْقَمَرَ) الَّذِي دَعَوْهُ بِاسْمِ (سِين). وَقَدْ انْتَقَلَ تَقْدِيسُهَا إِلَى شُعُوبِ مَا بَيْنَ النَّهْرَيْنِ.

وَالْيُونَانِيُّونَ وَالرُّومَانَ اعْتَبَرُوا (الزُّهْرَةَ) إِلَهَةَ الْجَمَالِ، وَدَعَوْهَا بِاسْمِ (فِينُوس). كَمَا اعْتَبَرُوا كَوْكَبَ (الْمِرِّيخِ) ابْناً لِلْكَوْكَبِ (عُطَارِدَ) الَّذِي قَدَّسُوهُ كَإِلَهٍ لِلْحَرْبِ. وَاعْتَبَرُوا كَوْكَبَ (الْمُشْتَرِي) أَباً لِجَمِيعِ الآلِهَةِ وَمُعَلِّماً وَمُرْشِداً لَهَا، وَأَنَّهُ قَاهِرُ الْكَوْكَبِ الإِلَهِ (زُحَلَ)، وَاعْتَقَدُوا بِامْتِلاكِهِ لِجَمِيعِ مَفَاتِيحِ الأَرْضِ، حَيْثُ يَتَصَرَّفُ فِيهَا كَمَا يَشَاءُ. وَقَدْ قَامَ شُعَرَاءُ وَفَلاسِفَةُ تِلْكَ الشُّعُوبِ الْقَدِيمَةِ بِنَسْجِ الْقِصَصِ وَالْمَلاَحِمِ حَوْلَ تِلْكَ الآلِهَةِ.

وَمَعَ تَطَوُّرِ الْفِكْرِ الْبَشَرِيِّ، وَاخْتِرَاعِ الْمِرْقَبِ الْفَلَكِيِّ مِنْ قِبَلِ الْعَالِمِ الْفَلَكِيِّ الإِيطَالِيِّ (غَالِيلْيو غَالِيلِه) وَالَّذِي أَمْكَنَ تَطْوِيرُهُ فِيمَا بَعْدُ، أَمْكَنَ الْكَشْفُ عَنْ بَقِيَّةِ الْكَواكِبِ، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا (أورانوس) الَّذِي تَمَّ اكْتِشَافُهُ عَامَ **1781**م، ثُمَّ اكْتُشِفَ بَعْدَهُ الْكَوْكَبُ (نِبْتون) فِي عَام **1846**م، ثُمَّ الْكَوْكَبُ (بْلوتو) فِي عَام **1930**م، وَأَخِيراً تَمَّ اكْتِشَافُ كَوْكَبٍ عَاشِرٍ دُعِيَ (إيريس) وَذَلِكَ فِي عَام **2003**م.

وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ قُضِيَ عَلَى الاِعْتِقَادِ الَّذِي كَانَ يَجْعَلُ مِنَ الأَرْضِ مَرْكَزاً لِلْكَوْنِ، بَعْدَ أَنْ تَمَّ التَّأَكُّدُ مِنْ أَنَّ جَمِيعَ الْكَواكِبِ السَّيَّارَةَ، بِمَا فِيهَا الأَرْضُ، تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ، وَأَنَّ دَوَرَانَ الأَرْضِ حَوْلَ نَفْسِهَا هُوَ الَّذِي يَجْعَلُنَا نَتَخَيَّلُ بِأَنَّ الْقُبَّةَ السَّمَاوِيَّةَ وَمَا فِيهَا مِنْ أَجْرَامٍ هِيَ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَنَا.

وَقَدْ أَحَلَّ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ فِيمَا بَعْدُ اسْمَ (الْكَواكِبِ) مَحَلَّ (الْكَواكِبِ السَّيَّارَةِ) وَأَطْلَقُوا عَلَى بَقِيَّةِ أَجْرَامِ السَّمَاءِ الَّتِي كَانُوا يَدْعُونَهَا (الْكَواكِبَ) اسْمَ (النُّجُومِ).

وَقَدْ ظَلَّتْ الْمَعْلُومَاتُ الَّتِي قَدَّمَتْهَا الْمَراصِدُ عَنْ الْكَواكِبِ مَحْدُودَةً، وَبِخَاصَّةٍ مَا كَانَ مِنْهَا مُغَطّىً بِجَوٍّ كَثِيفٍ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ مِمَّا كَانَ يَحُولُ دُونَ رُؤْيَةِ سَطْحِهَا.

وَعِنْدَمَا حَلَّ عَصْرُ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ فِي النِّصْفِ الثَّانِي مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ، قَامَ كُلٌّ مِنَ الاتِّحَادِ السُّوفْيَتِّيْ وَالْوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ بِإِرْسَالِ عَدَدٍ مِنَ تِلْكَ الأَقْمَارِ إِلَى كُلٍّ مِنْ عُطَارِدَ وَالزُّهْرَةِ وَالْمِرِّيخِ وَالْمُشْتَرِي وَزُحَلَ. وَعِنْدَهَا أَمْكَنَ الْحُصُولُ عَلَى مَعْلُومَاتٍ دَقِيقَةٍ وَشَامِلَةٍ حَوْلَهَا. كَمَا تَمَّ مُؤَخَّراً إِرْسَالُ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ إِلَى كَوْكَبَيْ (أورانوس) وَ(نِبْتون).

وَلاَ تَزَالُ النِّيَّةُ مَعْقُودَةً عَلَى إِرْسَالِ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ وَمُخْتَبَرَاتٍ فَضَائِيَّةٍ جَدِيدَةٍ بَيْنَ فَتْرَةٍ وَأُخْرَى لِيَتِمَّ اسْتِجْلاءُ سِرِّ كَامِلِ أَعْضَاءِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ.

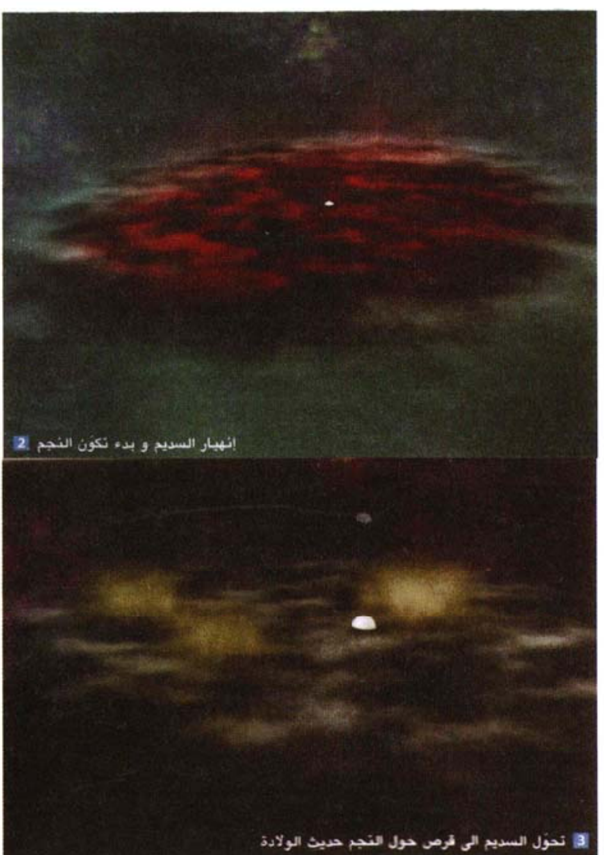
نُشوءُ الْكَواكِبِ

إِنَّ أُولَى الْمُحَاوَلاتِ الَّتِي تَضَمَّنَتِ الْكَشْفَ عَنْ كَيْفِيَّةِ نُشُوءِ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ جاءَتْ فِي النِّصْفِ الأَوَّلِ مِنَ الْقَرْنِ السَّابِعَ عَشَرَ، حِينَ صَاغَ الْفَيْلَسُوفُ الْفَرَنْسِيُّ (دِيكَارْت) نَظَرِيَّتَهُ حَوْلَ هَذَا الْمَوْضُوعِ، ثُمَّ تَبِعَهُ بَعْدَ ذَلِكَ، فِي هَذَا الْمَجَالِ، عَدَدٌ مِنْ كِبَارِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ وَالْجُغْرَافِيَةِ وَالْجِيولُوجْيَا وَالْفِيزْيَاءِ وَالرِّيَاضِيَّاتِ، وَمِنْ مُخْتَلَفِ دُوَلِ الْعَالَمِ.

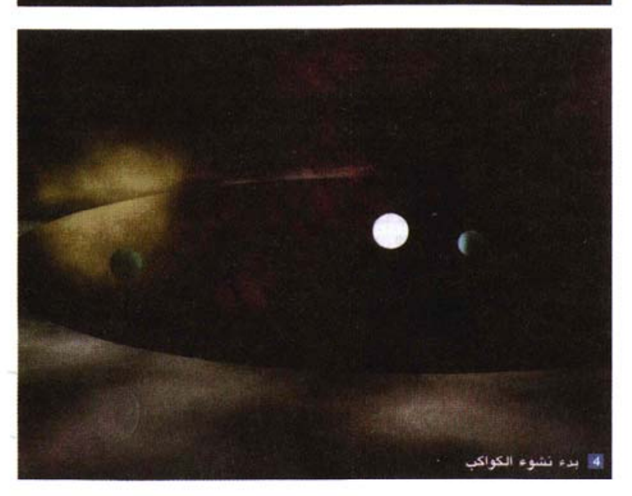
وَمَعَ ذَلِكَ، لَمْ تَصِلْ نَظَرِيَّةٌ مِنْ تِلْكَ النَّظَرِيَّاتِ إِلَى دَرَجَةِ الْيَقِينِ، وَإِنْ كَانَ أَحْدَثُهَا قَدْ بَلَغَ دَرَجَةَ التَّرْجِيحِ وَالتَّغْلِيبِ عَلَى مَا سَبَقَهَا مِنْ نَظَرِيَّاتٍ، لِمُطَابَقَتِهَا لِلْحِسَابَاتِ الرِّيَاضِيَّةِ وَلِلدِّرَاسَاتِ الْفِيزْيَائِيَّةِ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا كِبَارُ الْمُخْتَصِّينَ فِي تِلْكَ الْمَجَالاتِ.

وَفِيمَا يَلِي اسْتِعْرَاضٌ لِجَمِيعِ النَّظَرِيَّاتِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِنُشُوءِ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، بَدْءاً مِنْ أَوَّلِ نَظَرِيَّةٍ قُدِّمَتْ حَوْلَ ذَلِكَ، وَانْتِهَاءً بِأَحْدَثِهَا الَّتِي تُعْتَبَرُ الْيَوْمَ أَكْثَرَهَا اعْتِمَاداً وَتَرْجِيحاً.


1 سديم من الغاز و الغبار


2 إنهيار السديم و بدء تكون النجم

3 تحول السديم الى قرص حول النجم حديث الولادة


4 بدء نشوء الكواكب


5 إنتهاء تكون النظام الشمسي

مَرَاحِل نُشُوءِ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ

(1) نَظَرِيَّةُ دِيكَارْت :

وَهُوَ (رينيه ديكارت) الْفَيْلَسُوفُ وَعَالِمُ الرِّيَاضِيَّاتِ الْفَرَنْسِيُّ، الَّذِي عَاشَ بَيْنَ عَامَي (1596 – 1650)م. وَكَانَ قَدْ تَقَدَّمَ بِنَظَرِيَّتِهِ قَبْلَ وَفَاتِهِ بِستِّ سَنَوَاتٍ أَيْ فِي عَامِ **1644**م.

وَقَدْ جَاءَ فِيهَا مَا يَلِي : "إِنَّ الْغُبَارَ الْكَوْنِيَّ **Cosmic dust** الَّذِي خَلَّفَتْهُ الشَّمْسُ حَوْلَهَا بَعْدَ تَشَكُّلِهَا، مَعَ جُمْلَةٍ مِنَ الْغَازَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ، أَخَذَ شَكْلَ دَوَّامَاتٍ مُسْتَقِلَّةٍ، أَخَذَتْ تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ، وَيَتَكَاثَفُ مَا فِيهَا شَيْئاً فَشَيْئاً، حَتَّى تَحَوَّلَتْ كُلُّ دَوَّامَةٍ مِنْهَا إِلَى كَوْكَبٍ مُسْتَقِلٍّ، وَكَانَ أَقْرَبَهَا إِلَى الشَّمْسِ (عُطَارِد) وَأَبْعَدَهَا عَنْهَا (زُحل)، [إِذْ لَمْ يَكُنِ الْكَواكِبُ (أورانوس، نبتون، بْلوتو) قَدْ تَمَّ اكْتِشَافُها حِينَذاكَ].

كَمَا نَشَأَ حَوْلَ بَعْضِ الْكَواكِبِ، مِنْ مُخَلَّفَاتِهَا الَّتِي تَرَكَتْهَا حَوْلَهَا مِنْ غَازَاتٍ وَغُبَارٍ كَوْنِيٍّ، دَوَّامَاتٌ صَغِيرَةٌ، أَدَّى تَكَاثُفُهَا فِيمَا بَعْدُ إِلَى نُشُوءِ تَوَابِعَ تَدُورُ حَوْلَ بَعْضِ تِلْكَ الْكَواكِبِ عَلَى شَكْلِ أَقْمَارٍ أَوْ حَلَقَاتٍ".

وَمَعَ أَنَّ هَذِهِ النَّظَرِيَّةَ هِيَ أَقْدَمُ النَّظَرِيَّاتِ الَّتِي قُدِّمَتْ حَوْلَ نُشُوءِ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَأَنَّ الَّذِي قَدَّمَهَا لَمْ يَكُنْ إِلاَّ فَيْلَسُوفاً، فَقَدْ جَاءَتْ نَظَرِيَّتُهُ قَرِيبَةً فِي جَوْهَرِهَا، كُلَّ الْقُرْبِ، مِنْ أَحْدَثِ نَظَرِيَّةٍ صِيغَتْ حَوْلَ هَذَا الْمَوْضُوعِ،

وَاعْتُمِدَتِ الْيَوْمَ مِنْ غَالِبِيَّةِ الْمُتَخَصِّصِينَ فِي هَذَا الشَّأْنِ مِنْ مُخْتَلِفِ دُوَلِ الْعَالَمِ، وَهِيَ نَظَرِيَّةُ (التَّكَاثُفِ) الَّتِي سَنُقَدِّمُهَا بَعْدَ اسْتِعْراضِ جَمِيعِ النَّظَرِيَّاتِ الَّتِي سَبَقَتْهَا.

(2) نَظَرِيَّةُ (بوفون) :

وَهُوَ (جورج لويس لوكليرك دو بوفون) الْكَاتِبُ وَعَالِمُ الطَّبِيعِيَّاتِ الْفَرَنْسِيُّ الَّذِي عَاشَ بَيْنَ عَامَي (**1707 – 1788**)م. وَقَدْ تَقَدَّمَ بِنَظَرِيَّتِهِ عَامَ **1749**م، وَجَاءَ فِيهَا: "إِنَّ مُذَنَّباً ضَخْماً اصْطَدَمَ بِالشَّمْسِ، فَتَنَاثَرَتْ مِنْهَا كُتَلٌ أَخَذَتْ تَدُورُ حَوْلَهَا، وَقَدْ كَوَّنَتْ كُلُّ كُتْلَةٍ مِنْ تِلْكَ الْكُتَلِ كَوْكَباً مُسْتَقِلاً عَنْ غَيْرِهِ". وَدَعَّمَ نَظَرِيَّتَهُ تِلْكَ بِدَلِيلِ دَوَرَانِ جَمِيعِ الْكَواكِبِ حَوْلَ الشَّمْسِ فِي نَفْسِ الاتِّجَاهِ الَّذِي تَدُورُ فِيهِ، كَمَا أَنَّ مَدَارَاتِ جَمِيعِ تِلْكَ الْكَواكِبِ تَقَعُ عَلَى مُسْتَوًى وَاحِدٍ.

(3) نَظَرِيَّةُ (كَانْطْ) :

وَهُوَ الفَيْلَسُوفُ الْبُرُوسِيُّ - أَيْ الأَلْمَانِيُّ - (عمانوئيل كَانْط) الَّذِي عَاشَ بَيْنَ عَامي (**1724 – 1804**)م. وَتَقَدَّمَ بِنَظَرِيَّتِهِ عَامَ **1755**م. وَجَاءَ فِيهَا: "لقد كَانَ مَكَانَ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ كُتْلَةٌ سَدِيمِيَّةٌ ضَخْمَةٌ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ أَجْسَامٍ صُلْبَةٍ مُعْتِمَةٍ دَقِيقَةٍ، تَسْبَحُ فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ، وَبِفِعْلِ قُوَى الْجَاذِبِيَّةِ، أَخَذَتْ تَجْتَمِعُ مَعَ بَعْضِهَا مُتَصَادِمَةً فِيمَا بَيْنَهَا، مِمَّا أَدَّى إِلَى رَفْعِ حَرَارَةِ تِلْكَ الأَجْسَامِ إِلَى دَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، جَعَلَتْهَا تَلْتَهِبُ وَتَتَوَهَّجُ وَتَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ ضَخْمَةٍ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ تَفَلْطَحَتْ بِسَبَبِ اشْتِدَادِ دَوَرَانِهَا حَوْلَ نَفْسِهَا، وَنَتِيجَةً لِذَلِكَ، تَغَلَّبَتِ الْقُوَّةُ النَّابِذَةُ فِيهَا عَلَى الْقُوَّةِ الْجَاذِبَةِ، فَأَدَّى ذَلِكَ إِلَى انْفِصَالِ عِدَّةِ حَلَقَاتٍ مِنْهَا عَلَى التَّوَالِي، أَخَذَتْ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا مَكَانَهَا حَوْلَ الْكُتْلَةِ الضَّخْمَةِ الَّتِي انْفَصَلَتْ عَنْهَا تِلْكَ الْكُتْلَةُ الَّتِي تَحَوَّلَتْ فِيمَا بَعْدُ إِلَى شَمْسٍ، كَمَا تَحَوَّلَتْ تِلْكَ الْحَلَقَاتُ، بَعْدَ تَكَاثُفِ كُلٍّ مِنْهَا عَلَى نَفْسِهَا عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ، إِلَى كَوَاكِبَ أَخَذَتْ تَدُورُ فِي فَلَكِ الشَّمْسِ، مُشَكِّلَةً مَنْظُومَتَهَا".

(4) نَظَرِيَّةُ (لاَبْلاس) :

وَهُوَ عَالِمُ الْفَلَكِ وَالرِّيَاضِيَّاتِ الْفَرَنْسِيُّ (بيير سيمون لاَبْلاس) الَّذِي عَاشَ بَيْنَ عَامَي (**1749 – 1827**)م. وَقَدَّمَ نَظَرِيَّتَهُ عَامَ **1796**م. وَجَاءَ فِيهَا: "إِنَّ الْحَيِّزَ الْفَضَائِيَّ الْقَائِمَ الْيَوْمَ ضِمْنَ مَدَارِ الْكَوْكَبِ (نِبْتون) كَانَ يَشْغَلُهُ سَدِيمٌ غَازِيٌّ لَمْ يَلْبَثْ أَنْ تَحَوَّلَ إِلَى كُرَةٍ ضَخْمَةٍ مُلْتَهِبَةٍ أَخَذَتْ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا، وَلَمَّا تَبَرَّدَتْ نِسْبِيّاً صَغُرَ حَجْمُهَا، فَازْدَادَتْ سُرْعَةُ دَوَرَانِهَا، وَأَدَّى ذَلِكَ إِلَى تَفَلْطُحِهَا لازْدِيَادِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهَا، ثُمَّ إِلَى انْفِصَالِ حَلَقَةٍ مِنْهَا بَلَغَتْ مَدَارَ (نِبْتون) - إِذْ لَمْ يَكُنْ كَوْكَبُ (بْلوتو) قَدْ اكْتُشِفَ - ثُمَّ تَكَاثَفَتْ تِلْكَ الْحَلَقَةُ عَلَى نَفْسِهَا مُشَكِّلَةً كُرَةً نَتَجَ عَنْهَا الْكَوْكَبُ (نِبْتون)، ثُمَّ تَوَالَى انْفِصَالُ الْحَلَقَاتِ الَّتِي كَانَتْ تَذْهَبُ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا إِلَى بُعْدٍ أَقَلَّ مِنْ سَابِقَتِهَا، وَبِذَلِكَ تَكَوَّنَتِ الْكَواكِبُ الثَّمَانِيَةُ الْقَائِمَةُ الْيَوْمَ حَوْلَ الشَّمْسِ، بِاسْتِثْنَاءِ (بْلوتو)، ثُمَّ لَمْ يَلْبَثْ أَنِ انْفَصَلَ عَنْ أَكْثَرِ تِلْكَ الْكَواكِبِ، وَهِيَ فِي حَالَةٍ غَازِيَّةٍ، وَبِفِعْلِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ فِي كُلٍّ مِنْهَا، حَلَقَةٌ أَوْ أَكْثَرُ، أَخَذَتْ تَدُورُ حَوْلَ الْكَوْكَبِ الَّذِي انْفَصَلَتْ عَنْهُ، حَيْثُ تَكَوَّرَ أَكْثَرُهَا بِفِعْلِ الْتِحَامِ ذَرَّاتِهَا أَثْنَاءَ دَوَرَانِهَا مُشَكِّلَةً الأَقْمَارَ: كَقَمَرِ الأَرْضِ وَأَقْمَارِ الْمُشْتَري وَزُحَلَ وَغَيْرِهَا؛ بَيْنَمَا ظَلَّ بَعْضُهَا، حَتَّى الْيَوْمِ، عَلَى شَكْلِ حَلَقَاتٍ تُحِيطُ بِالْكَوْكَبِ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي الْحَلَقَاتِ الْمُحِيطَةِ بِالْكَوْكَبِ (زُحَل)". وَقَدْ لاَقَتْ هَذِهِ النَّظَرِيَّةُ نَقْداً قَوِيّاً مِنْ قِبَلِ الْعُلَمَاءِ الآخَرِينَ، وَكَانَ مِنْ أَهَمِّ تِلْكَ الانْتِقَادَاتِ:

أ. إِنَّ دَوَرَانَ الشَّمْسِ الْبَطِيءَ حَوْلَ نَفْسِهَا لاَ يُمْكِنُهُ أَنْ يُؤَدِّيَ إِلَى انْتِفَاخٍ كَبِيرٍ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهَا، يُعَادِلُ حَجْمَ الْحَلَقَاتِ الَّتِي انْفَصَلَتْ عَنْهَا وَكَوَّنَتْ تِلْكَ الْكَواكِبَ حَوْلَهَا.

ب. كَمَا بَيَّنَتِ الْحِسَابَاتُ الدَّقِيقَةُ أَنَّ الْحَرَكَةَ الْعَامَّةَ لِلسَّدِيمِ الَّذِي تَحَدَّثَ عَنْهُ (لاَبْلاس) غَيْرُ كَافِيَةٍ لِتَوْلِيدِ قُوَّةٍ

طَارِدَةٍ تُؤَدِّي إِلَى إِطَاحَةِ أَقْسَامٍ مِنْ جُرْمِ ذَلِكَ السَّدِيمِ، حَتَّى إِلَى الْمَنَاطِقِ الْقَرِيبَةِ مِنْهُ، بَيْنَمَا يَزِيدُ بُعْدُ بَعْضِ الْكَوَاكِبِ الَّتِي تَشَكَّلَتْ حَوْلَ ذَلِكَ السَّدِيمِ عَلَى أُلُوفِ مَلايِينِ الْكِيلُومِتْرَاتِ.

(5) نَظَرِيَّةُ (لُوكْيَر) أَوْ نَظَرِيَّةُ (النَّيَازِكِ) :

وَالاِسْمُ الْكَامِلُ لِهَذَا الْعَالِمِ (جوزيف نورمان لُوكْيَر) وَهُوَ فَلَكِيٌّ بَرِيطَانِيٌّ، وَأُسْتَاذُ الْفِيزْيَاءِ الْفَلَكِيَّةِ بِكُلِّيَّةِ الْعُلُومِ الْمَلَكِيَّةِ الْبَرِيطَانِيَّةِ، وَكَانَ مُدِيراً لِمَرْصَدِ الْفِيزْيَاءِ الشَّمْسِيَّةِ الْبَرِيطَانِيِّ. عَاشَ بَيْنَ عَامَي (1836 – 1920)م. وَقَدْ جَاءَ فِي نَظَرِيَّتِهِ مَايَلِي : "إِنَّ النُّجُومَ مِثْلُ شَمْسِنَا، وَالْكَوَاكِبَ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ تِلْكَ الشُّمُوسِ، وَالتَّوَابِعَ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ الْكَوَاكِبِ، إِنَّمَا نَشَأَتْ مِنْ سَدِيمٍ مُؤَلَّفٍ مِنْ عَدَدٍ لاَ يُحْصَى مِنَ النَّيَازِكِ الَّتِي تَمْلأُ الْفَضَاءَ، وَبِنَتِيجَةِ تَصَادُمِهَا مَعَ بَعْضِهَا، ارْتَفَعَتْ حَرَارَتُهَا حَتَّى بَلَغَتْ دَرَجَةَ التَّوَهُّجِ، وَبِذَلِكَ انْقَلَبَ السَّدِيمُ إِلَى مَجَرَّةٍ مُلْتَهِبَةٍ مُتَوَهِّجَةٍ، كَانَتْ تَظْهَرُ فِي ثَنَايَاهَا كُتَلٌ لاَ تُعَدُّ وَلاَ تُحْصَى، يَفُوقُ تَأَجُّجُهَا وَتَوَهُّجُهَا تَأَجُّجَ وَتَوَهُّجَ الْمَجَرَّةِ ذَاتِهَا بِسَبَبِ شِدَّةِ تَحَرُّكِ وَتَصَادُمِ النَّيَازِكِ في تِلْكَ الْكُتَلِ.

وَقَدْ ظَلَّتِ الْكُتَلُ ذَاتُ الْحَجْمِ الضَّخْمِ مُلْتَهِبَةً حَتَّى الْيَوْمِ، مُشَكِّلَةً (الشُّمُوسَ)، بَيْنَمَا انْطَفَأَ نُورُ الْكُتَلِ الصَّغِيرَةِ، وَفَقَدَتْ حَرَارَتَهَا بِفِعْلِ الإِشْعَاعِ، مُتَحَوِّلَةً إِلَى (كَوَاكِبَ) وَ(تَوَابِعَ) مُظْلِمَةٍ، تَسْتَمِدُّ نُورَهَا وَحَرَارَتَهَا مِنْ أَقْرَبِ شَمْسٍ تَدُورُ فِي فَلَكِهَا.

وَكَانَ مِنَ الْحُجَجِ الَّتِي دَعَّمَ رَأْيَهُ بِهَا لإِثْبَـاتِ نَظَرِيَّتِهِ، أَنَّ النَّيَازِكَ الَّتِي تَبْلُغُ سَطْحَ الْكَوَاكِبِ، وَمِنْهَا أَرْضُنَا، لَهَا نَفْسُ تَرْكِيبِ الْكَوَاكِبِ، إِذْ يَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِهَا الْحَدِيدُ وَالنِّيكِلُ وَمُرَكَّبَاتُ الْمَغْنِيسيوم". وَمِنْ أَهَمِّ الاِنْتِقَادَاتِ الَّتِي وُجِّهَتْ إِلَى هَذِهِ النَّظَرِيَّةِ مِنْ قِبَلِ الْعُلَمَاءِ الآخَرِينَ مَا يَلِي :

أ. لَوْ كَانَ الْفَضَاءُ يَشْتَمِلُ عَلَى مِثْلِ تِلْكَ الأَعْدَادِ الْهَائِلَةِ الَّتِي تَصَوَّرَهَا (لُوكْيَر) مِنَ النَّيَازِكِ لاَسْتَطَاعَ الْقِسْمُ الْمُتَبَقِّي مِنْهَا حَتَّى الْيَوْمِ فِي الْفَضَاءِ أَنْ يَحْجُبَ مَا خَلْفَهُ مِنْ أَجْرَامٍ فَلَكِيَّةٍ، وَبِخَاصَّةٍ النُّجُومَ.

ب. إِنَّ السُّرْعَةَ الَّتِي تَنْطَلِقُ بِهَا النَّيَازِكُ فِي الْفَضَاءِ لاَ تَسْمَحُ لَهَا بِالتَّجَاذُبِ فِيمَا بَيْنَهَا، وَإِذَا افْتَرَضْنَا حُدُوثَ شَيْءٍ مِنْ ذَلِكَ، فَإِنَّ سُرْعَتَهَا سَتُؤَدِّي إِلَى تَحَطُّمِ تِلْكَ النَّيَازِكِ عِنْدَ اصْطِدَامِهَا مَعَ بَعْضِهَا، وَتَنَاثُرِهَا فِي الْفَضَاءِ بَدَلاً مِنْ تَكَاثُفِهَا وَالْتِحَامِهَا.

ج. إِنَّ النِّظَامَ الَّذِي يَحْكُمُ الْمَنْظُومَةَ الشَّمْسِيَّةَ مِنْ حَيْثُ انْتِظَامُ أَشْكَالِ مَدَارَاتِ الْكَوَاكِبِ حَوْلَ الشَّمْسِ، وَأَبْعَادُهَا عَنْ بَعْضِهَا، وَسُرْعَاتُهَا، وَطَبِيعَةُ حَرَكَاتِهَا، لاَ يُمْكِنُ أَنْ تَكُونَ وَلِيدَ صُدْفَةٍ كَمَا تَصَوَّرَهَا (لُوكْيَر).

(6) نَظَرِيَّةُ (شَمبرِلن وَمولتُن) أَوْ نَظَرِيَّةُ (الْكُوَيْكِبَاتِ Astroids) أَوْ نَظَرِيَّةُ (الأَجْسَامِ الصَّغِيرَةِ) :

وَ(شَمبرِلن) هُوَ الْجُيُولُوجِيُّ الأَمِيرْكِيُّ (توماس كرَاوَردْ شَمبرِلن) الَّذِي عَاشَ بَيْنَ عَامَي (1843 – 1928)م. وَقَدْ اشْتَرَكَ مَعَهُ فِي وَضْعِ نَظَرِيَّتِهِ زَمِيلُهُ (ف. ر. مُولْتُنْ) لِذَا دُعِيَتْ بِاسْمِهِمَا، وَجَاءَ فِيهَا : "إِنَّ نَجْماً ضَخْماً هَائِماً مَرَّ، أَثْنَاءَ عُبُورِهِ الْفَضَاءَ، قُرْبَ الشَّمْسِ بِسُرْعَةٍ مُذْهِلَةٍ، فَأَدَّتْ قُوَّةُ الْجَاذِبِيَّةِ فِيهِ إِلَى حُدُوثِ انْتِفَاخٍ كَبِيرٍ فِي جِسْمِ الشَّمْسِ، فِي الْجُزْءِ الْمُوَاجِهِ مِنْهَا لِذَلِكَ النَّجْمِ؛ كَمَا حَدَثَ انْتِفَاخٌ ثَانٍ أَصْغَرُ مِنَ الأَوَّلِ، فِي الْوَجْهِ الثَّانِي لِلشَّمْسِ، بِسَبَبِ الضَّعْفِ الَّذِي أُصِيبَتْ بِهِ الْجَاذِبِيَّةُ الْمَرْكَزِيَّةُ لَهَا.

ثُمَّ حَدَثَ أَنِ انْفَجَرَ النُّتُوءُ الْكَبِيرُ الَّذِي تَشَكَّلَ فِي الْوَجْهِ الأَوَّلِ مِنَ الشَّمْسِ (5) مَرَّاتٍ مُتَوَالِيَةٍ، أَدَّتْ إِلَى قَذْفِ خَمْسِ كُتَلٍ كَبِيرَةٍ، تَضُمُّ كُلُّ كُتْلَةٍ مِنْهَا عَدَداً كَبِيراً مِنَ الأَجْرَامِ الصُّلْبَةِ الَّتِي لَمْ تَلْبَثْ أَنِ اتَّحَدَتْ فِيمَا بَيْنَهَا بِفِعْلِ الْجَاذِبِيَّةِ، مُكَوِّنَةً جُزْءاً كُرَوِيّاً، أَوْ ذَا شَكْلٍ قَرِيبٍ مِنَ الشَّكْلِ الْكُرَوِيِّ، وَعَنْ

تِلْكَ الأَجْرامِ نَشَأَتْ الْكَواكِبُ الْخَمْسَةُ التَّالِيَةُ : (الْمُشْتَري، زُحَل، أورانوس، نِبْتون، بْلوتو).

كَمَا حَدَثَ، وَعَلَى التَّوالِي، (5) انْفِجاراتٍ فِي الْوَجْهِ الثَّانِي مِنَ الشَّمْسِ، حَيْثُ النُّتُوءُ الصَّغِيرُ فِيهِ، أَدَّى إِلَى قَذْفِ (5) كُتَلٍ أَصْغَرَ حَجْماً مِنَ الْكُتَلِ الَّتِي قُذِفَتْ مِنْ نُتُوءِ الْوَجْهِ الأَوَّلِ لِلشَّمسِ، لِذَا فَقَدِ اتَّخَذَتْ مَدَارَاتِهَا قَرِيباً مِنَ الشَّمْسِ، وَقَدْ تَحَوَّلَتِ الأَجْرَامُ الصَّغِيرَةُ، الَّتِي كَانَتْ تَشْتَمِلُ عَلَيْهَا كُلُّ كُتْلَةٍ مِنْ تِلْكَ الْكُتَلِ، إِلَى كَوْكَبٍ كُرَوِيِّ الشَّكْلِ أَوْ قَرِيباً مِنْ ذَلِكَ، وَتِلْكَ الْكَواكِبُ كَانَتْ (عُطَارِد، الزُّهْرَة، الأَرْض، الْمِرِّيخ، الْكُوَيْكِبَات).

وَالْكُوَيْكِبَاتُ وَحْدَهَا هِيَ الَّتِي ظَلَّتْ حَتَّى يَوْمِنَا هَذَا بَاقِيَةً عَلَى حَالِهَا كَمَا قُذِفَتْ مِنَ الشَّمْسِ، مُؤَلَّفَةً مِنْ أَجْرَامٍ صُلْبَةٍ كَبِيرَةٍ وَصَغِيرَةٍ غَيْرِ مُتَّحِدَةٍ فِيمَا بَيْنَهَا، تَدُورُ عَلَى شَكْلِ حَلَقَةٍ بَيْنَ كَوْكَبَيْ (الْمِرِّيخ) وَ(الْمُشْتَرِي)".

(7) نَظَرِيَّةُ (جِينْز) وَ(جيفرز) أَوْ نَظَرِيَّةُ (الْمَدِّ الْغَازِيِّ) :

وَ(جيمس جينْز) هُوَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ الْبِرِيطَانِيُّ الَّذِي عَاشَ بَيْنَ عَامَي (1877 – 1946)م. وَهُوَ مِنْ عُلَمَاءِ الرِّيَاضِيَّاتِ وَالْفِيزْيَاءِ الْمَشْهُورِينَ. وَكَانَ أُسْتَاذاً فِي جَامِعَةِ (برنستون) ثُمَّ فِي جَامِعَتَيْ (كامبْريدج) وَ(أوكسفورد)، كَمَا عَمِلَ مُدَّةَ (21) عَاماً فِي مَرْصَدِ جَبَلِ (ويلسون) فِي الْوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، وَلَهُ عَدَدٌ مِنَ الْمُؤَلَّفَاتِ أَهَمُّهَا : (مَسَائِلُ فِي عِلْمِ الْكَوْنِ وَدِينَامِيكِيَّةِ النُّجُوم) وَ(الْكَوْنُ الْغَامِضُ) وَ(النُّجُومُ فِي مَسَالِكِهَا)، وَ(خِلالَ الْفَضَاءِ وَالزَّمَنِ).

وَقَدْ قَدَّمَ نَظَرِيَّتَهُ مَعَ زَمِيلِهِ (جيفرز) عَامَ 1916م، وَجَاءَ فِيهَا : "إِنَّ نَجْماً ضَخْماً هَائِماً فِي الْفَضَاءِ مَرَّ عَلَى مَقْرُبَةٍ مِنَ الشَّمْسِ، وَبِتَأْثِيرِ جَاذِبِيَّتِهِ الْكَبِيرَةِ عَلَيْهَا، امْتَدَّ مِنْهَا عَمُودٌ غَازِيٌّ ذُو شَكْلٍ مِغْزَلِيٍّ، مُنْتَفِخُ الْوَسَطِ، دَقِيقُ الطَّرَفَيْنِ، مَلأَ الْمَسَافَةَ الْقَائِمَةَ الْيَوْمَ بَيْنَ الشَّمْسِ وَالْكَوَاكِبِ (القزمة)".

وَقَدْ عَلَّلَ (جينْز) السَّبَبَ الَّذِي جَعَلَ ذَلِكَ الْعَمُودَ الْغَازِيَّ يَتَّخِذُ شَكْلَ الْمِغْزَلِ حِيْنَ قَالَ : إِنَّ بُرُوزَ الْقِسْمِ الْمُنْتَفِخِ مِنْ ذَلِكَ الْعَمُودِ إِنَّمَا حَدَثَ فِي اللَّحْظَةِ الَّتِي كَانَ النَّجْمُ فِيهَا عِنْدَ أَقْرَبِ مَسَافَةٍ مِنَ الشَّمْسِ، حَيْثُ كَانَ جَذْبُ النَّجْمِ عَلَى أَشُدِّهِ.

"وَقَدِ اكْتَسَبَ ذَلِكَ الْعَمُودُ قُوَّةَ الدَّوَرَانِ حَوْلَ نَفْسِهِ، ثُمَّ لَمْ يَلْبَثْ أَنْ انْفَصَلَ إِلَى (10) أَجْزَاءٍ كَوَّنَ كُلٌّ مِنْهَا كَوْكَباً كَانَ أَضْخَمَهَا كَوْكَبُ (الْمُشْتَرِي) لأَنَّهُ كَانَ يَشْغَلُ مَكَانَ الانْتِفَاخِ فِي ذَلِكَ الْعَمُودِ، أَمَّا أَصْغَرُ الْكَواكِبِ فَكَانَا (عُطَارِد) وَ(بْلوتو الّذي اكْتُشِفَ فِيمَا بَعْدَ) لأَنَّهُمَا كَانَا يَشْغَلاَنِ الْمَكَانَ الدَّقِيقَ فِي نِهَايَتَيْ ذَلِكَ الْعَمُودِ الْغَازِيِّ.

كَمَا أَنَّ الْكُتْلَةَ الَّتِي كَانَتْ قَائِمَةً بَيْنَ كَوْكَبَيْ (الْمِرِّيخ) وَ(الْمُشتَرِي) الَّتِي انْفَصَلَت عَنْ ذَلِكَ الْعَمُودِ الْغَازِيِّ، ظَلَّتْ عَلَى شَكْلِ حَلَقَةٍ تَدُورُ بَيْنَ الْكَوْكَبَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ دُونَ أَنْ تَسْتَطِيعَ أَجْزَاؤُهَا الْمُؤَلَّفَةُ مِنْ صُخُورٍ وَحَصَىً وَحِجَارَةٍ أَنْ تَلْتَحِمَ مَعَ بَعْضِهَا كَبَقِيَّةِ الْكَواكِبِ بِسَبَبِ شِدَّةِ جَذْبِ كَوْكَبِ (الْمُشْتَرِي) لَهَا، مِمَّا أَدَّى إِلَى بَقَائِهَا عَلَى شَكْلِ (كُوَيْكِبَاتٍ) تَدُورُ حَتَّى الْيَوْمِ فِي الْمَجَالِ الْقَائِمَةِ فِيهِ.

كَمَا تَمَّ انْفِصَالُ أَجْزَاءَ مِنْ أَكْثَرِ تِلْكَ الْكَواكِبِ عِنْدَمَا كَانَتْ فِي حَالَةٍ غَازِيَّةٍ، وعِنْدَمَا تَصَلَّبَتْ تِلْكَ الأَجْزَاءُ، تَحَوَّلَ بَعْضُهَا إِلَى أَقْمَارٍ تَابِعَةٍ لِلْكَواكِبِ الَّتِي انْفَصَلَتْ عَنْهَا، كَقَمَرِ الأَرْض وَأَقْمَارِ الْمِرِّيخ وَالْمُشْتَرِي وَزُحَل وَأورانوس وَنِبْتون، بَيْنَمَا تَحَوَّلَ بَعْضُهَا إِلَى حَلَقَاتٍ مُؤَلَّفَةٍ مِنْ أَجْرامٍ دَقِيقَةٍ وَصَغِيرَةٍ تَدُورُ حَوْلَ الْكَوْكَبِ مِثْلِ حَلَقَاتِ (زُحَل)".

(8) نَظَرِيَّةُ (رَسِّل) أَوْ نَظَرِيَّةُ (الشَّمْسِ التَّوْأَم) :

وَ(هِنْري نوريس رَسِّل) عَالِمٌ فَلَكِيٌّ بَرِيطَانِيٌّ عَاشَ بَيْنَ عَامَي (1877 – 1957)م. كَانَ أُسْتَاذاً لِلْفَلَكِ فِي جَامِعَةِ (برنستون)، كَمَا كَانَ مُدِيراً لِمَرْصَدِهَا الْفَلَكِيِّ. وَقَدْ جَاءَ

فِي نَظَرِيَّتِهِ : "إِنَّهُ كَانَتْ بِجَانِبِ الشَّمْسِ شَمْسٌ أُخْرَى أَصْغَرُ مِنْهَا حَجْماً، عَلَى شَكْلِ تَوْأَم لَهَا، وَكَانَتَا تَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا، إِلاَّ أَنَّ الشَّمْسَ الصُّغْرَى انفَجَرَتْ، تَارِكَةً مَكَانَهَا عَمُوداً غَازِيّاً، مُنْتَفِخَ الْوَسَطِ، دَقِيقَ الطَّرَفَيْنِ، لَمْ يَلْبَثْ أَنْ تَجَزَّأَ بِفِعْلِ التَّبَرُّدِ وَالانْكِمَاشِ، مُتَحَوِّلاً إِلَى (10) كَواكِبَ، ظَلَّتْ مُرْتَبِطَةً بِجَاذِبِيَّةِ الشَّمْسِ، وَتَدُورُ حَوْلَهَا".

(9) نَظَرِيَّةُ (سِي) :

وَهُوَ الْفَلَكِيُّ الأَمِيرْكِيُّ (توماس جيفرسون جاكسون سِي)، عَاشَ بَيْنَ عَامَي (1866 – 1962)م، وَقَدْ أَشْرَفَ عَلَى تَنْظِيم دِرَاسَةِ الْفَلَكِ فِي جَامِعَةِ (شيكاغو)، وَجَاءَ فِي نَظَرِيَّتِهِ : "إِنَّ الْكَواكِبَ، وَمِنْهَا الأَرْضُ، كَانَتْ أَجْسَاماً غَرِيبَةً عَنِ الشَّمْسِ، إِلاَّ أَنَّ الشَّمْسَ، بِفِعْلِ جَاذِبِيَّتِهَا الْكَبِيرَةِ، اِسْتَطَاعَتْ أَن تَجْذِبَ الأَجْسَامَ إِلَيْهَا عَلَى التَّوَالِي، وَتَجْعَلَهَا تَدُورُ فِي فَلَكِهَا.

وَقَدْ سَاعَدَ الشَّمْسَ عَلَى الْقِيَامِ بِعَمَلِيَّةِ الأَسْرِ تِلْكَ، ذَلِكَ الْوَسَطُ الْغَازِيُّ الْكَثِيفُ الَّذِي خَلَّفَتْهُ الشَّمْسُ حَوْلَهَا بَعْدَ تَشَكُّلِهَا، وَالَّذِي يُطْلَقُ عَلَيْهِ اِسْمُ (الدَّبْشِ الشَّمْسِيِّ)، إِذْ قَامَ ذَلِكَ الْوَسَطُ الْغَازِيُّ الْكَثِيفُ بِإِضْعَافِ سُرْعَةِ تِلْكَ الأَجْرَامِ الْهَائِمَةِ عِنْدَمَا مَرَّتْ قُرْبَ الشَّمْسِ وَسَطَ ذَلِكَ الْغِلاَفِ، مِمَّا مَكَّنَ الشَّمْسَ مِنَ السَّيْطَرَةِ عَلَيْهَا بِفِعْلِ جَاذِبِيَّتِهَا، إِذْ اِضْطَرَّتْهَا لِلدَّوَرَانِ حَوْلَهَا".

(10) نَظَرِيَّـةُ (كوبر) الْهُـولَنْدِيُّ، و(ي. شـي. شاوكلوفسكِي) السُّوفْيِتِّيُّ :

وَقَدْ جَاءَ فِي هَذِهِ النَّظَرِيَّةِ مَا يَلِي : "إِنَّ تَشَكُّلَ الْكَواكِبِ كَانَ عَنْ طَرِيقِ تَكَتُّلِ أَجْزَاءَ مِنَ السَّدِيمِ الَّذِي خَلَّفَتْهُ الشَّمْسُ حَوْلَهَا بَعْدَ تَشَكُّلِهَا، حَيْثُ بَلَغَ عَدَدُ تِلْكَ الأَجْزَاءِ (10) نَتَجَتْ عَنْهَا (9) كَواكِبَ وَحِزَامُ الْكُوَيْكِبَاتِ". وَيَرَيَانِ أَنَّ الْحَجْمَ الأَوَّلِيَّ لِكُلِّ كَوْكَبٍ مِنْ تِلْكَ الْكَواكِبِ كَانَ يُعَادِلُ (100) أَوْ (1000) مَرَّةٍ مِنْ حَجْمِهِ الآنَ، إِلاَّ أَنَّ اِنْكِمَاشَ الْكَواكِبِ عَلَى نَفْسِهَا، بِفِعْلِ قُوَّةِ الْجَذْبِ الْمَوْجُودَةِ فِي مَرْكَزِ كُلِّ كَوْكَبٍ، جَعَلَهَا تَبْلُغُ الْحَجْمَ الْحَالِيَّ لَهَا. وَقَدَّرَا أَنَّ الزَّمَنَ الَّذِي اِسْتَغْرَقَهُ تَشَكُّلُ الْكَواكِبِ، مُنْذُ الْبِدَايَةِ وَحَتَّى يَوْمِنَا هَذَا، يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (5 – 6) آلاَفِ مِلْيونِ سَنَةٍ.

(11) نَظَرِيَّةُ (ليتيلتون) :

قَدَّمَ هَذَا الْعَالِمُ نَظَرِيَّتَهُ عَامَ 1936م، وَجَاءَ فِيهَا : "إِنَّهُ كَانَ إِلَى جَـانِـبِ الشَّمْسِ نَجْمَانِ صَغِيرانِ لَمْ يَلْبَثَا أَنِ اصْطَدَمَا وَانْفَجَرَا، مُبْتَعِدَيْنِ عَنِ الشَّمْسِ، بَعْدَ أَنْ خَلَّفَا وَرَاءَهُمَا عَمُوداً غَازِيّاً تَجَزَّأَ فِيمَا بَعْدُ إِلَى (10) أَجْزَاءٍ تَبَرَّدَتْ وَتَصَلَّبَتْ مُكَوِّنَةً الْمَنْظُومَةَ الشَّمْسِيَّةَ؛ وَمِنَ الْبَقَايَا الْغَازِيَّةِ الَّتِي خَلَّفَتْهَا تِلْكَ الْكَواكِبُ حَوْلَهَا، نَشَأَتِ التَّوَابِعُ، مِنْ أَقْمَارٍ وَحَلَقَاتٍ، الَّتِي أَخَذَتْ تَدُورُ حَوْلَ تِلْكَ الْكَواكِبِ".

(12) نَظَرِيَّة (فَايْزَسَاكِر) :

وَهُوَ الْعَالِمُ الأَلْمَانِيُّ (فون فَايْزَسَاكِر)، وَقَدْ قَدَّمَ نَظَرِيَّتَهُ عَامَ 1944م، وَجَاءَ فِيهَا : "إِنَّ الْمَجْمُوعَةَ الشَّمْسِيَّةَ تَكَوَّنَتْ مِنْ كُتْلَةٍ غَازِيَّةٍ ضَخْمَةٍ مُلْتَهِبَةٍ كَانَتْ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا، وعِنْدَمَا تَبَرَّدَتْ أَطْرَافُهَا، بَدَأَتْ تَتَحَوَّلُ إِلَى أَجْرَامٍ ثَقِيلَةٍ، تَكَوَّنَ مِنْ تَكَاثُفِهَا كُرَاتٌ نَتَجَتْ عَنْهَا الْكَواكِبُ وَحِزَامُ الْكُوَيْكِبَاتِ. وَظَلَّتْ بَيْنَ تِلْكَ الْكَواكِبِ دَوَّامَاتٌ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ تَكَاثَفَتِ الأَجْرَامُ الْمُؤَلِّفَةُ لَهَا، مُتَحَوِّلَةً إِلَى تَوَابِعَ، بَعْضُهَا عَلَى شَكْلِ أَقْمَارٍ، وَبَعْضُهَا الآخَرُ عَلَى شَكْلِ حَلَقَاتٍ. وَقَدِ اتَّخَذَ بَعْضُ تِلْكَ الأَقْمَارِ مَدَارَاتٍ مُتَّفِقَةً فِي اِتِّجَاهِهَا مَعَ اتِّجَاهِ الْكَواكِبِ عَلَى مَدَارَاتِهَا، بَيْنَمَا اتَّخَذَ بَعْضُهَا مَدَارَاتٍ مُعَاكِسَةً لِمَدَارَاتِ الْكَواكِبِ الَّتِي أَخَذَتْ تَدُورُ حَوْلَهَا. وَقَدْ تَحَوَّلَ الْقِسْمُ الأَوْسَطُ مِنْ كُتْلَةِ الْغَازِ الأَصْلِيَّةِ الضَّخْمَةِ، وَالَّذِي ضَمَّ أَكْبَرَ قِسْمٍ مِنْ تِلْكَ الْكُتْلَةِ، إِلَى كُرَةٍ مُلْتَهِبَةٍ تُشِعُّ النُّورَ وَالْحَرَارَةَ، مُكَوِّنَةً الشَّمْسَ".



(13) نَظَرِيَّةُ (شميت) أَوْ نَظَرِيَّةُ (الأَسْرِ) :

وَهُوَ عَالِمٌ فَلَكِيٌّ سُوفْيِتِّيٌّ، عَاشَ بَيْنَ عَامَي (**1891** – **1956**)م، وَقَدْ تَخَصَّصَ، بِالإِضَافَةِ إِلَى عِلْمِ الْفَلَكِ، بِعِلْمَيْ الْجُيُوفِيزْيَاءِ وَالرِّيَاضِيَّاتِ، كَمَا أَنَّهُ مِنْ رُوَّادِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، إِذْ رَأَسَ (**6**) بَعَثَاتٍ قُطْبِيَّةٍ إِلَى هُنَاكَ. كَمَا عَمِلَ لِفَتْرَةٍ تَزِيدُ عَلَى (**3**) سَنَوَاتٍ كَنَائِبٍ لِرَئِيسِ أَكَادِيمِيَّةِ الْعُلُومِ السُّوفْيِتِّيَةِ.

وَقَدْ جَاءَ فِي نَظَرِيَّتِه الَّتِي قَدَّمَهَا عَامَ **1944**م، مَا يَلِي : "إِنَّ الشَّمْسَ أَسَرَتْ كُتْلَةً مِنَ السَّدِيمِ الْغَازِيِّ عِنْدَ اقْتِرَابِ تِلْكَ الْكُتْلَةِ مِنْهَا، وَجَعَلَتْهَا تَدُورُ حَوْلَهَا بِفِعْلِ جَاذِبِيَّتِهَا. وَقَدْ أَخَذَتْ تِلْكَ الْكُتْلَةُ السَّدِيمِيَّةُ بِالنُّمُوِّ وَالتَّعَاظُمِ عَلَى حِسَابِ مَا كَانَتْ تَأْسِرُهُ مِنَ النَّيَازِكِ الَّتِي كَانَتْ تَعْبُرُ الْفَضَاءَ يَوْمَهَا بِكَثْرَةٍ. وَعِنْدَمَا تَبَرَّدَتْ تِلْكَ الْكُتْلَةُ السَّدِيمِيَّةُ، تَجَزَّأَتْ إِلَى عَدَدٍ مِنَ الْكَواكِبِ، أَخَذَتْ تَدُورُ فِي فَلَكِ الشَّمْسِ".

(14) نَظَرِيَّةُ (ف. هُويْل) :

والَّتِي قَدَّمَهَا عَامَ **1946**م، وَالَّتِي اعْتُبِرَتْ مُشَابِهَةً لِلنَّظَرِيَّةِ الَّتِي جَاءَ بِهَا مِنْ قَبْلِهِ الْعَالِمُ (رَسِّل). وَيَرَى (هُويْل) : "إِنَّهُ كَانَ لِلشَّمْسِ تَوْأَمٌ، وَكَانَا يَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا، ثُمَّ بَلَغَ ذَلِكَ النَّجْمُ التَّوْأَمُ مَرْحَلَةَ الانْفِجَارِ الَّتِي تُدْعَى عِلْمِيّاً بِاسْمِ (السُوبِّرْنُوفَا) أَيْ الانْفِجَارِ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى وِلاَدَةِ نَجْمٍ جَدِيدٍ. وَقَدْ قَامَ هَذَا النَّجْمُ بِالابْتِعَادِ عَنِ الشَّمْسِ مُتَوَغِّلاً فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ بَعْدَ أَنْ خَلَّفَ وَرَاءَهُ كُتْلَةً مِنَ الْغَازِ مُزَوَّدَةً بِقُوَّةِ الدَّوَرَانِ حَوْلَ نَفْسِهَا وَحَوْلَ الشَّمْسِ، ثُمَّ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ تَكَاثَفَتْ تِلْكَ الْكُتْلَةُ، ثُمَّ تَبَرَّدَتْ مُنْقَسِمَةً إِلَى أَجْزَاءَ نَتَجَتْ عَنْهَا الْكَواكِبُ".

(15) نَظَرِيَّةُ (الْفيفن) وَ(إِدْغورْث) :

وَجَاءَ فِيهَا : "إِنَّ تَكَوُّنِ الْكَواكِبِ تَلاَ تَكَوُّنَ الشَّمْسَ الَّتِي نَشَأَتْ مِنْ تَكَاثُفِ سَدِيمٍ مُؤَلَّفٍ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ. وَقَدْ تَخَلَّفَ حَوْلَ الشَّمْسُ جُزْءٌ مِنْ ذَلِكَ السَّدِيمِ، لَمْ يَلْبَثْ أَنْ أَخَذَ بِالتَّكَاثُفِ عَنْ طَرِيقِ تَصَادُمِ ذَرَّاتِ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ وَتَلاحُمِهَا، مُتَحَوِّلَةً إِلَى كُرَاتٍ نَشَأَتْ عَنْهَا الْكَوَاكِبُ. وَقَدْ فَقَدَتِ الْكَواكِبُ الْقَرِيبَةُ مِنَ الشَّمْسِ، وَالْمُعَرَّضَةُ لِجَذْبِهَا الشَّدِيدِ، وَنُورِهَا الْقَوِيِّ، مُعْظَمَ غَازَاتِهَا، لِذَا أَصْبَحَتْ كَواكِبَ صَخْرِيَّةً، وَذَاتَ حَجْمٍ صَغِيرٍ، وَهِيَ : عُطَارِدُ، الزُّهْرَةُ، الأَرْضُ، الْمِرِّيخُ، وَالْكُوَيْكِبَاتُ الَّتِي لَمْ تَتَّحِدْ أَجْزَاؤُهَا وَظَلَّتْ عَلَى شَكْلِ حَلَقَةٍ مِنَ الأَجْرَامِ الصُّلْبَةِ تَدُورُ بَيْنَ الْمِرِّيخِ وَالْمُشْتَرِي حَوْلَ الشَّمْسِ؛ أَمَّا الْكَواكِبُ الْبَعِيدَةُ، وَالَّتِي كَانَ تَأَثُّرُهَا بِجَاذِبِيَّةِ الشَّمْسِ وَحَرَارَتِهَا أَضْعَفَ، فَقَدْ ظَلَّتْ كَواكِبَ غَازِيَّةً كَبِيرَةً، إِذِ احْتَفَظَتْ بِأَكْبَرِ قِسْمٍ مِنَ الْغَازَاتِ الَّتِي تَكَوَّنَتْ مِنْهَا، وَهِيَ : الْمُشْتَرِي، زُحَل، أورانوس، وَنِبْتون.

(16) نَظَرِيَّةُ (يُوري) :

وَقَدْ جَاءَ فِيهَا : "إِنَّ كُتْلَةً غَازِيَّةً دَخَلَتْ مَنْطِقَةً مُخَلْخَلَةً بَيْنَ مَجْمُوعَةِ النُّجُومِ، وَقَدْ تَعَرَّضَتْ لِعَمَلِيَّةِ انْكِمَاشٍ بِفِعْلِ ضَغْطِ ضَوْءِ النُّجُومِ عَلَيْهَا، وَبِخَاصَّةِ النُّجُومِ الْقَرِيبَةِ مِنْهَا. وَلَمَّا بَلَغَ الانْكِمَاشُ وَالضَّغْطُ، اللَّذَانِ تَعَرَّضَتْ لَهُمَا الْكُتْلَةُ الْغَازِيَّةُ، حَدّاً مُعَيَّناً، الْتَهَبَ قَلْبُهَا مُكَوِّناً الشَّمْسَ.

أَمَّا الْبَقِيَّةُ الْبَاقِيَةُ مِنَ السَّحَابَةِ حَوْلَ الشَّمْسِ، فَإِنَّ انْكِمَاشَهَا لَمْ يُوصِلْهَا إِلَى دَرَجَةِ الاشْتِعَالِ، وَإِنَّمَا أَدَّى إِلَى

انْقِسَامِهَا إِلَى أَجْزَاءَ، بَعْضُهَا قَرِيبٌ مِنَ الشَّمْسِ، وَبَعْضُهَا بَعِيدٌ عَنْهَا، مُكَوِّنَةً الْكَواكِبَ الَّتِي أَخَذَتْ تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ بِفِعْلِ قَانُونِ الْجَاذِبِيَّةِ".

(17) نَظَرِيَّةُ التَّكَاثُفِ Condense :

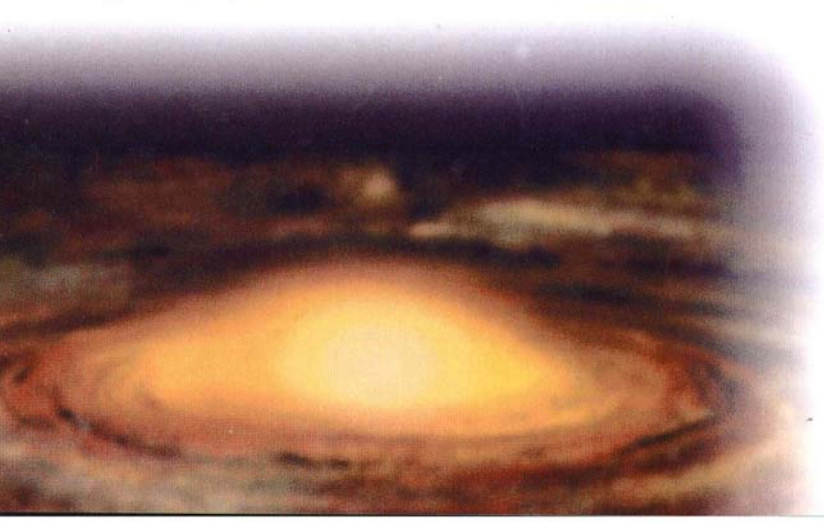
احْتَلَّتْ هَذِهِ النَّظَرِيَّةُ مَرْكَزَ الصَّدَارَةِ بَيْنَ النَّظَرِيَّاتِ الَّتِي سَبَقَتْهَا، وَقَدِ اشْتَرَكَ فِي صِيَاغَتِهَا عَدَدٌ مِنْ كِبَارِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ الَّذِينَ حَاوَلُوا تَفَادِيَ أَمْرِ الصُّدْفَةِ الَّذِي تَبَنَّتْهُ بَعْضُ النَّظَرِيَّاتِ السَّابِقَةِ: كَمُرُورِ نَجْمٍ هَائِمٍ قُرْبَ الشَّمْسِ، أَوِ انْفِجَارِ نَجْمٍ كَانَ تَوْأَماً لَهَا، أَوْ تَصَادُمِ نَجْمَيْنِ تَوْأَمَيْنِ كَانَا يَدُورَانِ حَوْلَ الشَّمْسِ، أَوِ اصْطِدَامِ مُذَنَّبٍ ضَخْمٍ بِالشَّمْسِ، أَوِ انْضِمَامِ أَجْسَامٍ غَرِيبَةٍ قَادِمَةٍ مِنَ الْفَضَاءِ الْبَعِيدِ إِلَى جَوِّ الشَّمْسِ بِفِعْلِ جَاذِبِيَّتِهَا، أَوْ بِقِيَامِ الشَّمْسِ بِأَسْرِ كُتْلَةٍ غَازِيَّةٍ كَانَتْ قَرِيبَةً مِنْهَا. كَمَا تَفَادَتْ هَذِهِ النَّظَرِيَّةُ كَثِيراً مِنَ الْمَشَاكِلِ الَّتِي وَقَعَتْ فِيهَا بَعْضُ النَّظَرِيَّاتِ السَّابِقَةُ، وَالَّتِي أُثِيرَتْ حَوْلَهَا انْتِقَادَاتٌ عَدِيدَةٌ. وَتَقُولُ نَظَرِيَّةُ التَّكَاثُفِ هَذِهِ: إِنَّ كُتْلَةً سَدِيمِيَّةً ضَخْمَةً مِنَ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ الَّذِي كَانَ يُغَلِّفُ كُلَّ ذَرَّةٍ فِيهِ غَازَاتٌ مُتَجَمِّدَةٌ، وَالَّذِي كَانَ نِصْفُ قُطْرِ كُلِّ ذَرَّةٍ مِنْ ذَرَّاتِهِ لاَ يَزِيدُ طُولُهُ عَلَى (3×10^{-5}) أَيْ تِلْكَ الذَّرَّاتُ الْغُبَارِيَّةُ، كَانَتْ عَلَى دَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الدِّقَّةِ وَالصِّغَرِ.

وَكَانَتْ تِلْكَ الْكُتْلَةُ السَّدِيمِيَّةُ مُزَوَّدَةً بِقُوَّةِ الدَّوَرَانِ حَوْلَ نَفْسِهَا، مُتَّخِذَةً شَكْلَ دَوَّامَةٍ كَبِيرَةٍ. وَبِنَتِيجَةِ ذَلِكَ الدَّوَرَانِ السَّرِيعِ، أَخَذَتِ الْجُسَيْمَاتُ الْغُبَارِيَّةُ الْمُغَلَّفَةُ بِالْغَازَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ، وَالْمَوْجُودَةِ فِي مَرْكَزِ تِلْكَ الدَّوَّامَةِ السَّدِيمِيَّةِ، بِالتَّكَاثُفِ وَالاِلْتِحَامِ مَعَ بَعْضِهَا عَنْ طَرِيقِ التَّصَادُمِ الْمَرِنِ - وَهُوَ التَّصَادُمُ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى الْتِحَامِ الأَجْسَامِ الْمُتَصَادِمَةِ بِبَعْضِهَا بَدَلاً مِنْ تَهَشُّمِهَا وَتَنَاثُرِهَا عِنْدَمَا يَكُونُ التَّصَادُمُ عَنِيفاً. وَقَدْ أَدَّى الْتِحَامُ تِلْكَ الذَّرَّاتِ السَّدِيمِيَّةِ مَعَ بَعْضِهَا إِلَى تَشْكِيلِ نُوَاةٍ كُرَوِيَّةٍ كَانَتْ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا، كَمَا كَانَتْ تَدُورُ مَعَهَا الذَّرَّاتُ السَّدِيمِيَّةُ الْمُحِيطَةُ بِهَا.

وَمَعَ تَضَخُّمِ حَجْمِ تِلْكَ النَّوَاةِ، كَانَتْ قُوَّةُ الْجَذْبِ فِيهَا تَزْدَادُ، مِمَّا جَعَلَ الْقِسْمَ الأَكْبَرَ مِنْ ذَلِكَ السَّدِيمِ مُلْتَحِماً بِهَا، مُحَوِّلاً إِيَّاهَا إِلَى كُرَةٍ ضَخْمَةٍ. وَقَدْ أَدَّتْ شِدَّةُ الضَّغْطِ، الَّذِي أَحْدَثَهُ جُرْمُ تِلْكَ الْكُرَةِ عَلَى بَاطِنِهَا، إِلَى ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ فِي نَوَاتِهَا إِلَى دَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ. وَعِنْدَمَا وَصَلَتْ تِلْكَ الْحَرَارَةُ إِلَى مِقْدَارِ (18) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، ظَهَرَتِ التَّفَاعُلاتُ النَّوَوِيَّةُ فِي تِلْكَ النُّوَاةِ، وَكَانَ ذَلِكَ إِيذَاناً بِتَحَوُّلِ تِلْكَ الْكُرَةِ إِلَى جُرْمٍ مُلْتَهِبٍ شَدِيدِ الْحَرَارَةِ، سَاطِعِ النُّورِ، أَطْلَقْنَا عَلَيْهِ فِيمَا بَعْدُ اسْمَ (الشَّمْسِ) الَّتِي لاَ تَزَالُ تِلْكَ التَّفَاعُلاتُ النَّوَوِيَّةُ الْقَائِمَةُ فِيهَا حَتَّى الْيَوْمِ هِيَ سِرُّ الْحَرَارَةِ وَالنُّورِ اللَّذَيْنِ تَمُدُّ بِهِمَا الْمَنْظُومَةَ التَّابِعَةَ لَهَا.

ثُمَّ تَحَوَّلَ مَا تَبَقَّى حَوْلَ الشَّمْسِ مِنْ ذَلِكَ السَّدِيمِ، وَالَّذِي يُطْلَقُ عَلَيْهِ اسْمُ (دَبْشِ الشَّمْسِ) - أَيْ مُخَلَّفَاتِهَا، إِلَى (10) حَلَقَاتٍ تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ. وَبِتَكَاثُفِ مُرَكَّبَاتِ كُلِّ حَلَقَةٍ مِنْ تِلْكَ الْحَلَقَاتِ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ، فِيمَا بَعْدُ، تَحَوَّلَتْ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا إِلَى كَوْكَبٍ لَهُ مَدَارُهُ الْمُحَدَّدُ حَوْلَ الشَّمْسِ الْخَاضِعُ لِجَاذِبِيَّتِهَا. وَقَدِ اخْتَلَفَ حَجْمُ كُلِّ كَوْكَبٍ عَنْ غَيْرِهِ بِاخْتِلاَفِ كَمِيَّةِ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ وَالْغَازَاتِ الَّتِي اسْتَطَاعَ أَنْ يَضُمَّهَا إِلَيْهِ.

يُسْتَثْنَى مِنْ ذَلِكَ الْحَلَقَةُ الْخَامِسَةُ الْقَائِمَةُ الْيَوْمَ بَيْنَ كَوْكَبَيْ



(الْمرِّيخ) وَ(الْمُشْتَري)، إِذْ حَالَتِ الْجَاذِبِيَّةُ الْقَوِيَّةُ، الَّتِي تَمَتَّعَ بِهَا كَوْكَبُ (الْمُشْتَري) بِسَبَبِ ضَخَامَةِ حَجْمِهِ، وَالَّذِي اكْتَمَلَ تَكَوُّنُهُ، دُونَ تَكَاثُفِ ذَرَّاتِ تِلْكَ الْحَلَقَةِ الْخَامِسَةِ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ، وَإِنَّمَا ظَلَّتْ عَلَى شَكْلِ صُخُورٍ وَجَلاميدَ وَحِجارَةٍ وَحَصَىً وَأَتْرِبَةٍ. وَدُعِيَتْ أَجْرَامُهَا تِلْكَ بِاسْمِ (الْكُوَيْكِبَاتِ)، حَيْثُ ظَلَّتْ غَيْرَ مُتَلاحِمَةٍ مَعَ بَعْضِهَا، مُتَّخِذَةً مَدَاراً لَهَا بَيْنَ كَوْكَبَيْ (الْمرِّيخ) وَ(الْمُشْتَري) عَلَى شَكْلِ حَلَقَةٍ ضَخْمَةٍ، سَلَبَهَا كَوْكَبُ (الْمُشْتَري) مُعْظَمَ غُبَارِهَا وَغَازَاتِهَا الَّتِي كَانَتْ قَائِمَةً بَيْنَ كُوَيْكِبَاتِهَا.

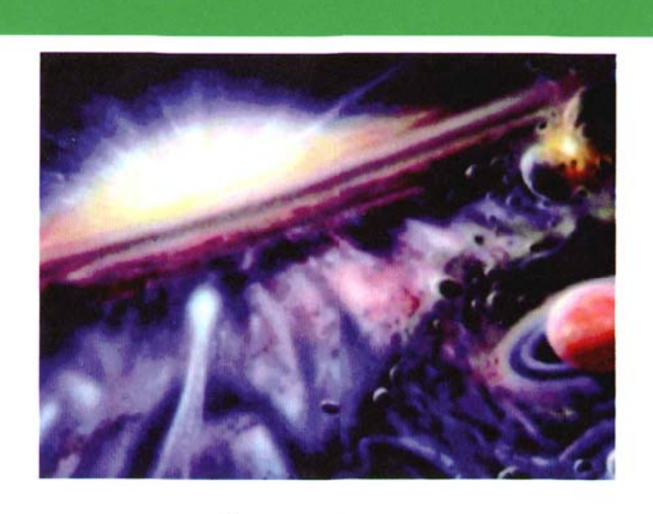
وَقَدْ أَدَّى قُرْبَ كُلٍّ مِنْ (عُطَارِد وَالزُّهْرَة وَالأَرْض وَالمرِّيخ وَالْكُوَيْكِبَات) مِنَ الشَّمْسِ إِلَى تَبْخِيرِ قِسْمٍ كَبِيرٍ مِنْ غَازَاتِهَا؛ لِذَا دُعِيَتْ تِلْكَ الْكَواكِبُ الَّتِي غَلَبَ عَلَى تَرْكِيبِهَا الصَّخْرُ: (الْكَواكِبَ الصَّخْرِيَّةَ)، كَمَا دُعِيَتْ بِسَبَبِ قُرْبِهَا مِنَ الشَّمْسِ: (الْكَواكِبَ الدَّاخِلِيَّةَ)؛ بَيْنَمَا سَاعَدَ بُعْدُ كُلٍّ مِنَ (الْمُشْتَري وَزُحَل وَأورانوس وَنِبْتون) عَنِ الشَّمْسِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى كِبَرِ حُجُومِهَا، عَلَى بَقَائِهَا عَلَى شَكْلِ أَجْرَامٍ غَازِيَّةٍ؛ لِذَا تُدْعَى: (الْكَواكِبَ الْغَازِيَّةَ)، كَمَا تُدْعَى بِسَبَبِ بُعْدِهَا عَنِ الشَّمْسِ: (الْكَواكِبَ الْخَارِجِيَّةَ).

أَمَّا الْكَوْكَبُ (بْلوتو و إِخْوَتِهِ مِنَ الكواكِبِ القَزَمة) فَلَمْ يُبَتَّ فِي أَمْرِ تَشَكُّلِهِ لِمَا لُوحِظَ فِيهِ مِنْ شُذُوذٍ يُبْعِدُهُ عَنْ تَصْنِيفِهِ مَعَ الْكَواكِبِ الْغَازِيَّةِ الْبَعِيدَةِ عَنِ الشَّمْسِ. وَبُعْدُهُ الْكَبِيرُ عَنِ الأَرْضِ لاَ زَالَ يَحُولُ، حَتَّى الْيَوْمِ، دونَ رَصْدِهِ رَصْداً دَقِيقاً حَتَّى بِأَقْوَى الْمَرَاقِبِ الْفَلَكِيَّةِ وَأَحْدَثِهَا. وَأَهَمُّ شُذُوذٍ فِيهِ أَنَّهُ صَخْرِيٌّ.

وَمعَ أَنَّ الشَّمْسَ وَالْكَواكِبَ التَّابِعَةَ لَهَا نَشَأَتْ مِنْ سَدِيمٍ وَاحِدٍ، فَإِنَّهَا تَخْتَلِفُ عَنْ تِلْكَ الْكَواكِبِ بِالأُمُورِ التَّالِيَةِ:

أ. إِنَّهَا تَضُمُّ (99%) مِنْ كُتْلَةِ ذَلِكَ السَّدِيمِ، بَيْنَمَا لاَ تَضُمُّ جَمِيعُ كَوَاكِبِهَا إِلاَّ (1%) مِنْهُ.

ب. بِضَخَامَةِ جُرْمِهَا الَّذِي سَبَّبَ ضَغْطُهُ الْهَائِلُ عَلَى بَاطِنِهَا تَفَاعُلاً نَوَوِيّاً تَظْهَرُ آثَارُهُ فِي النُّورِ وَالْحَرَارَةِ



الْمُنْبَعِثَيْنِ مِنْهَا، وَفِي الانْفِجَارَاتِ الَّتِي تَنْتَابُ بَاطِنَهَا وَتَظْهَرُ آثَارُهَا عَلَى سَطْحِهَا وَفِي الْجَوِّ الْمُحِيطِ بِهَا. بَيْنَمَا لَمْ يَبْلُغْ أَيُّ كَوْكَبٍ مِنَ الْكَواكِبِ التَّابِعَةِ لَهَا الْحَجْمَ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى حُدُوثِ تَفَاعُلٍ نَوَوِيٍّ فِيهِ، لِذَا ظَلَّتْ جَمِيعُ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ أَجْسَاماً مُعْتِمَةً بَارِدَةً، تَتَلَقَّى حَرَارَتَهَا وَنُورَهَا مِنَ الشَّمْسِ بِدَرَجَاتٍ تَتَفَاوَتُ بِتَفَاوُتِ بُعْدِهَا عَنْهَا.



مَراحِل تشكّل الكواكب

قَوانِينُ كَواكِبُ الْمَجموعَةِ الشَّمْسِيَّةِ

يحكمُ كَواكِب الْمَجموعَةِ الشَّمْسِيَّةِ عِدَة قَوانينَ هي:

قَانُونُ كِبلَر

وَهُوَ الْقَانُونُ الَّذِي صَاغَهُ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ الأَلْمَانِيُّ جوهانس كِبلَر (1571 – 1630)م، بَعْدَ أَنْ قَامَ بِدِرَاسَاتٍ طَوِيلَةٍ حَوْلَ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَرَصْدٍ مُسْتَمِرٍّ لَهَا. وَقَدْ جَاءَ فِيهِ مَا يَلِي:

1. يَدُورُ كُلُّ كَوْكَبٍ مِنْ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ عَلَى

مَدارٍ إهْلِيلَجِيٍّ[1] حَوْلَ الشَّمْسِ الَّتِي تَحْتَلُّ إحْدَى بُؤْرَتَيْهِ.

2. تَمْسَحُ الْكَواكِبُ أَثْنَاءَ دَوَرَانِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ مِساحَاتٍ مُتَسَاوِيَةً فِي أَزْمِنَةٍ مُتَسَاوِيَةٍ.

3. لِذَا فَهِيَ تُسْرِعُ فِي دَوْرَتِهَا عِنْدَمَا تَكُونُ قَرِيبَةً مِنَ الشَّمْسِ، وَتُبْطِئُ عِنْدَمَا تَكُونُ بَعِيدَةً عَنْهَا.

4. مُرَبَّعُ زَمَنِ دَوْرَةِ الْكَوْكَبِ حَوْلَ الشَّمْسِ يَتَنَاسَبُ طَرْداً مَعَ مُكَعَّبِ بُعْدِهِ الْمُتَوَسِّطِ عَنْهَا.

قَانُونُ بود

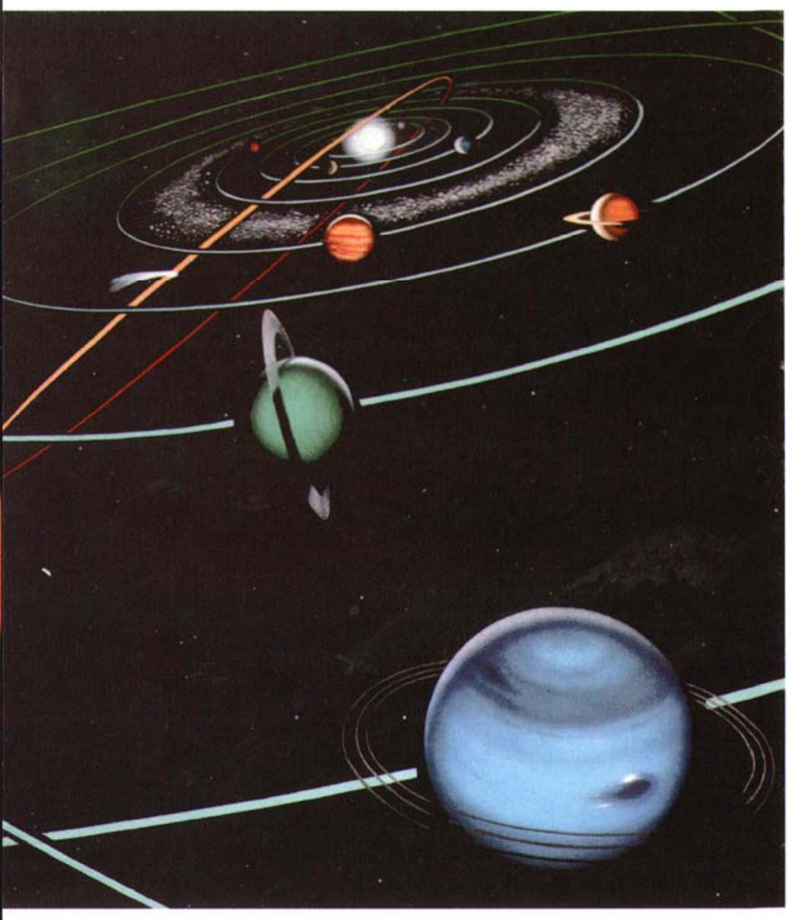
وَهُوَ الْقَانُونُ الَّذِي وَضَعَهُ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ الأَلْمَانِيُّ جوهانس أَلِرْت بود (1747 – 1826)م، وَالَّذِي يَرَى مِنْ خِلاَلِهِ أَنَّ الْمَدَارَاتِ الَّتِي اتَّخَذَتْهَا الْكَواكِبُ فِي الْفَضَاءِ حَوْلَ الشَّمْسِ لَمْ تَأْتِ اعْتِبَاطاً، وَإِنَّمَا جَاءَتْ وَفْقَ قَانُونٍ رِيَاضِيٍّ نَسْتَطِيعُ بِوَسَاطَتِهِ أَنْ نُحَدِّدَ بُعْدَ كُلِّ كَوْكَبٍ مِنْهَا عَنِ الشَّمْسِ. وَقَدْ جَاءَ فِي قَانُونِهِ مَا يَلِي: إِنَّنَا إِذَا مَا أَعْطَيْنَا لِلْكَوْكَبِ (عُطَارِد) وَهُوَ أَقْرَبُ كَوْكَبٍ إِلَى الشَّمْسِ رَقْمَ (0) وَجَبَ عَلَيْنَا أَنْ نُعْطِيَ لِلْكَوْكَبِ الَّذِي يَلِيهِ وَهُوَ (الزُّهْرَة) رَقْمَ (3) وَأَنْ نُعْطِيَ لِكُلِّ كَوْكَبٍ مِنَ الْكَواكِبِ الْبَاقِيَةِ عَلَى التَّوَالِي مُضَاعَفَاتَ الرَّقْمِ (3) أَيْ نُعْطِيَ لِلأَرْضِ رَقْمَ (6) وَلِلْمِرِّيخِ رَقْمَ (12) وَلِلْكُوَيْكِبَاتِ رَقْمَ (24) وَلِلْمُشْتَرِي رَقْمَ (48) وَلِزُحَلَ رَقْمَ (96) وَلأُورَانُوسَ رَقْمَ (192) وَلِنِبْتُونَ رَقْمَ (384).

وَعِنْدَمَا نُضِيفُ الرَّقْمَ (4) إِلَى الرَّقْمِ الَّذِي أَعْطَيْنَاهُ لِكُلِّ كَوْكَبٍ، وَنُقَسِّمُ النَّاتِجَ عَلَى (10) نَكُونُ قَدْ حَصَلْنَا عَلَى بُعْدِ الْكَوْكَبِ عَنِ الشَّمْسِ، مُقَدَّراً بِالْوَحْدَةِ الْفَلَكِيَّةِ الْمُسَاوِيَةِ لِبُعْدِ الأَرْضِ عَنِ الشَّمْسِ وَقَدْرُهُ (149.6) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ.

وَتَقْتَرِبُ هَذِهِ النَّتَائِجُ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا قَانُونُ (بُودْ) اقْتِراباً كَبِيراً مِنَ النَّتَائِجِ الَّتِي جَاءَتْ بِهَا الْقِيَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ الدَّقِيقَةُ، وَالَّتِي حَدَّدَتِ الْبُعْدَ الْوَسَطِيَّ لِتِلْكَ الْكَواكِبِ عَنِ الشَّمْسِ، يُسْتَثْنَى مِنْ ذَلِكَ كَوْكَبَا (نبتون وبلوتو) الَّذَيْ لُوحِظَ وُجُودُ فَرْقٍ بَيْنَ النَّتِيجَةِ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا قَانُونُ (بُودْ) حَوْلَ بُعْدِهِمَا، وَبَيْنَ الْبُعْدِ الَّذِي تَوَصَّلَتْ إِلَيْهِ الْقِيَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ بِالنِّسْبَةِ لِكُلٍّ مِنْهُمَا كَمَا هُوَ مُبَيَّنٌ فِي الْجَدْوَلِ ـ 1.

وَمَعَ ذَلِكَ فَقَدْ أَقَرَّ الْعُلَمَاءُ الْفَلَكِيُّونَ صِحَّةَ قَانُونِ (بود) وَرَدُّوا عَدَمَ انْطِبَاقِهِ تَمَاماً عَلَى كَوْكَبَي (نِبْتون) وَ(بْلوتو) إِلَى الشُّذُوذِ الَّذِي يَتَّبِعُهُ كَوْكَبُ (بْلوتو) فِي دَوَرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ، وَإِلَى أَثَرِ ذَلِكَ الشُّذُوذِ فِي دَوْرَةِ الْكَوْكَبِ (نِبْتون).

مِنْ ذَلِكَ أَنَّ الْكَوْكَبَ (بْلوتو) يَقْتَرِبُ مِنَ الشَّمْسِ أَثْنَاءَ دَوَرَانِهِ حَوْلَهَا اقْتِراباً كَبِيراً حَتَّى يُصْبِحَ أَقْرَبَ



(1) الْمَدَارُ الاهْلِيلَجِيُّ: هُوَ الْمَدَارُ الَّذِي يُشْبِهُ الشَّكْلَ الْبَيْضَوِيَّ وَلَهُ نُقْطَتَانِ فِي وَسَطِهِ مُتَقَارِبَتَانِ أَوْ مُتَبَاعِدَتَانِ حَسَبَ بِقَدَارِ تَفَلْطُحِ الْمَدَارِ تُدْعَيَانِ الْبُؤْرَتَيْنِ، يَمُرُّ مِنْهُمَا الْقُطْرُ الأَكْبَرُ للاهْلِيلَجِ.

اِسْمُ الْكَوْكَبِ	بُعْدُهُ عَنِ الشَّمْسِ حَسْبَ قَانُونِ بُودْ	بُعْدُهُ عَنِ الشَّمْسِ حَسْبَ الْقِيَاسَاتِ الْفَلَكِيَّةِ
عُطَارِد	0.4 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	0.39 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً
الزُّهْرَة	0.70 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	0.72 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً
الأَرْض	1 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	1 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً
الْمِرِّيخ	1.60 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	1.52 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً
الْكُوَيْكِبَات	2.8 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	-
الْمُشْتَرِي	5.2 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	5.2 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً
زُحَل	10 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	9.54 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً
أورانوس	19.60 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	19.19 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً
نِبْتون	38.8 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً	30.07 وَحْدَةً فَلَكِيَّةً

الْجَدْوَلُ - 1

الْكَوْكَبِ (نِبْتون)، أَيْ أَنَّ مَدَارَهُ يَتَقَاطَعُ مَعَ مَدَارِ (نِبْتون) ثُمَّ لاَ يَلْبَثُ أَن يَبْتَعِدَ عَنِ الشَّمْسِ بُعْداً كَبِيراً بَعْدَ أَنْ يَكُونَ مَدَارُهُ قَدْ تَقَاطَعَ ثَانِيَةً مَعَ مَدَارِ (نِبْتون).

وَقَدْ لَعِبَ قَانُونُ (بود) دَوْراً كَبِيراً فِي تَوْجِيهِ النَّظَرِ لاِكْتِشَافِ حِزَامِ الْكُوَيْكِبَاتِ الْقَائِمِ بَيْنَ كَوْكَبَي (الْمِرِّيخِ) وَ(الْمُشْتَرِي) وَالَّتِي لَمْ يَكُنْ قَدْ تَمَّ اكْتِشَافُهَا فِي ذَلِكَ الْوَقْتِ. فَقَدْ رَأَى (بود) أَنَّ الْمَسَافَةَ الْقَائِمَةَ بَيْنَ هَذَيْنِ الْكَوْكَبَيْنِ هِيَ مَسَافَةٌ غَيْرُ طَبِيعِيَّةٍ وَفْقَ نَتَائِجِ قَانُونِهِ، لِذَا افْتَرَضَ يَوْمَهَا أَنَّ كَوْكَباً كَانَ يَشْغَلُ مَوْقِعَهُ فِي تِلْكَ الْمَسَافَةِ، وَأَنَّهُ قَدِ انْدَثَرَ بِسَبَبِ انْفِجَارٍ أَصَابَهُ أَوْ بِسَبَبِ صَدْمَةِ نَيْزَكٍ هَائِلٍ حَطَّمَتْهُ وَبَدَّدَتْهُ.

وَلَمَّا تَمَّ الْكَشْفُ فِيمَا بَعْدُ عَنْ وُجُودِ حِزَامِ الْكُوَيْكِبَاتِ فِي الْمَوْقِعِ الَّذِي حَدَّدَهُ قَانُونُ (بود)، تَأَكَّدَتْ صِحَّةُ ذَلِكَ الْقَانُونِ، وَاحْتَلَّ مِنْ يَوْمِهَا مَكَانَهُ بَيْنَ الْقَوَانِينِ الْفَلَكِيَّةِ الْمُعْتَمَدَةِ. وَأَمَّا الْفُرُوقُ الَّتِي كَشَفَتْ عَنْهَا الْقِيَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ الدَّقِيقَةُ فِي الْمَسَافَاتِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ الْكَوَاكِبِ وَالشَّمْسِ، بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ الْمَسَافَاتِ الَّتِي جَاءَ بِهَا قَانُونُ (بود)، رُبَّمَا تَكُونُ قَدْ حَدَثَتْ بِفِعْلِ عَوَامِلَ فَلَكِيَّةٍ، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا تَأْثِيرُ جَاذِبِيَّةِ بَعْضِ الْكَوَاكِبِ فِي بَعْضِهَا الآخَرِ.

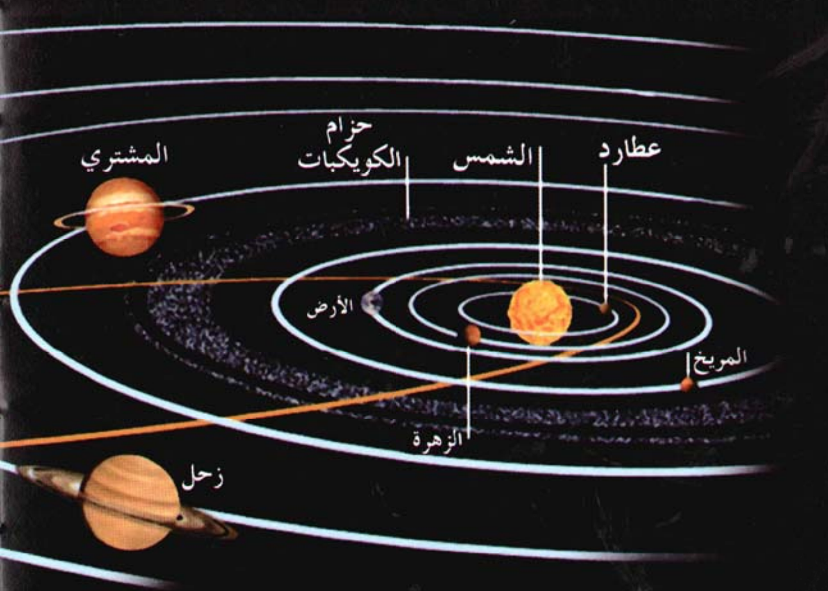
الصِّفَاتُ الْمُشْتَرَكَةُ بَيْنَ كَوَاكِبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ

هُنَاكَ صِفَاتٌ تَشْتَرِكُ فِيهَا جَمِيعُ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، مَعَ مُلاَحَظَةِ شَيْءٍ مِنَ الشُّذُوذِ عَنْ بَعْضِ تِلْكَ الصِّفَاتِ، وَذَلِكَ بِالنِّسْبَةِ لِبَعْضِ الْكَوَاكِبِ، وَالَّذِي سَنُشِيرُ إِلَيْهِ عِنْدَ الْبَحْثِ مُفَصَّلاً فِي وَضْعِ كُلِّ كَوْكَبٍ. وَتِلْكَ الصِّفَاتُ الْمُشْتَرَكَةُ هِيَ:

1. وُقُوعُ مَدَارَاتِهَا عَلَى مُسْتَوىً وَاحِدٍ، مِمَّا يَجْعَلُ مِحْوَرَ الشَّمْسِ عَمُودِيّاً تَقْرِيباً عَلَى تِلْكَ الْمَدَارَاتِ.

2. مَدَارَاتُهَا الاهْلِيلَجِيَّةُ قَلِيلَةُ التَّفَلْطُحِ، مِمَّا يَجْعَلُ شَكْلَهَا قَرِيباً مِنَ الشَّكْلِ الدَّائِرِيِّ.

3. إِنَّهَا تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا وَحَوْلَ الشَّمْسِ بِنَفْسِ الاتِّجَاهِ الَّذِي تَسْلُكُهُ الشَّمْسُ أَثْنَاءَ دَوَرَانِهَا حَوْلَ نَفْسِهَا، أَيْ بِعَكْسِ جِهَةِ دَوَرَانِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، يُسْتَثْنَى مِنْ ذَلِكَ كَوْكَبَا (الزُّهْرَة) وَ(أورانوس) حَيْثُ يَدُورَانِ حَوْلَ نَفْسِهِمَا بِاتِّجَاهِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، كَمَا سَنَرَى فِي الدِّرَاسَةِ الْمُفَصَّلَةِ لِهَذِهِ الْكَوَاكِبِ.

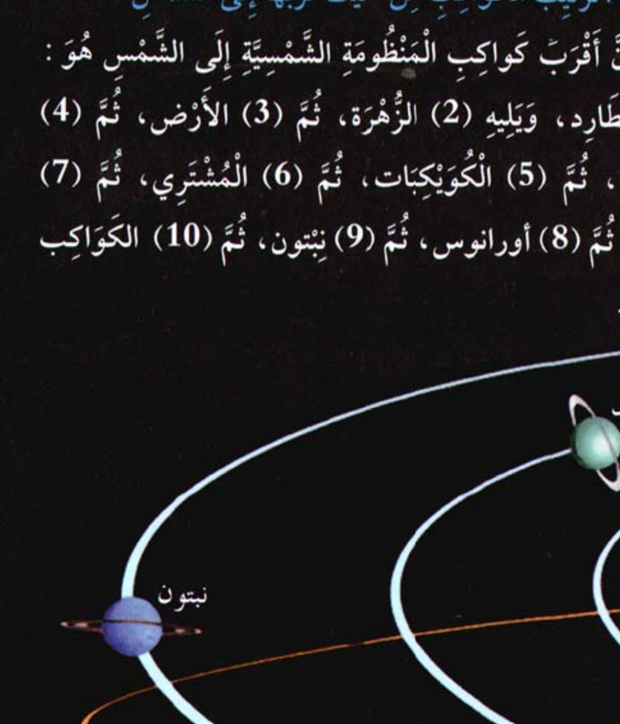


تَرْتيبُ الْكَواكِبِ



1. تَرْتيبُ الْكَواكِبِ مِنْ حَيْثُ قُرْبُها إلَى الشَّمْسِ

إنَّ أَقْرَبَ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ إلَى الشَّمْسِ هُوَ: (1) عُطارِد، وَيَليهِ (2) الزُّهْرَة، ثُمَّ (3) الأَرْض، ثُمَّ (4) الْمِرِّيخ، ثُمَّ (5) الْكُوَيْكِبات، ثُمَّ (6) الْمُشْتَري، ثُمَّ (7) زُحَل، ثُمَّ (8) أورانوس، ثُمَّ (9) نِبْتون، ثُمَّ (10) الكَواكِب القَزَمة.



2. تَرْتيبُ الْكَواكِبِ مِنْ حَيْثُ حَجْمُها

إنَّ أَكْبَرَ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْماً هُوَ: (1) الْمُشْتَرِي، ثُمَّ (2) زُحَل، ثُمَّ (3) أورانوس، ثُمَّ (4) نِبْتون، ثُمَّ (5) الأَرْض، ثُمَّ (6) الزُّهْرَة، ثُمَّ (7) الْمِرِّيخ، ثُمَّ (8) عُطارِد، ثُمَّ (9) الكَواكِب القَزَمة. وَقَدِ اسْتُبْعِدَتْ حَلَقَةُ الْكُوَيْكِباتِ مِنْ هَذا التَّصْنيفِ لِعَدَمِ تَمَكُّنِ الْعُلَماءِ حَتَّى الْيَوْمِ مِنْ حِسابِ مُجْمَلِ حَجْمِ الأَجْرامِ الْمُكَوِّنَةِ لَها.

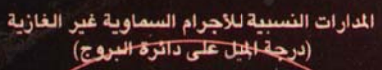


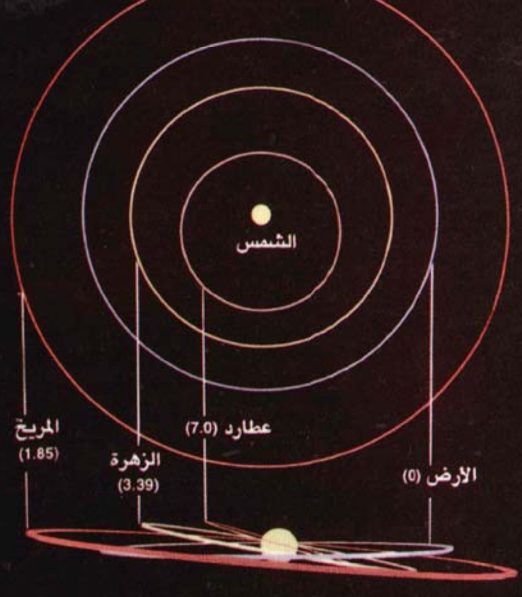
الْكَواكِبُ الدَّاخِلِيَّةُ أَوِ الصَّخْرِيَّةُ

هِيَ الْكَواكِبُ الْقَريبَةُ مِنَ الشَّمْسِ، وَالَّتي تَتَأَلَّفُ بُنْيَتُها مِنَ الْمَعادِنِ وَالصُّخُورِ، وَهِيَ: عُطارِدُ - الزُّهْرَةُ - الأَرْضُ - الْمِرِّيخُ - الْكُوَيْكِباتُ.

الحجوم النسبية للأجرام السماوية غير الغازية

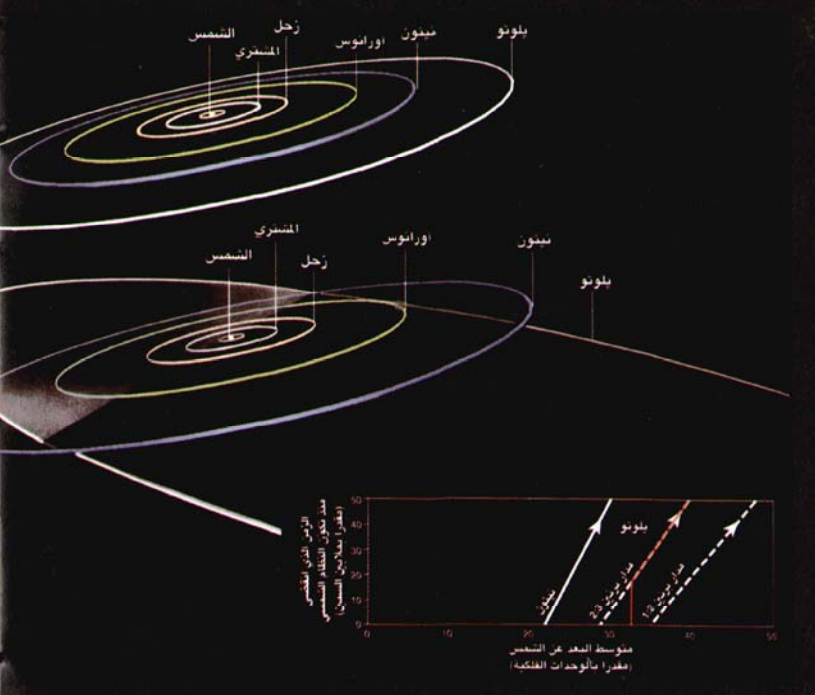
المريخ القمر الأرض الزهرة عطارد





هِجْرَةُ الكَواكِبِ في المَجْموعَة الشَّمسيَّةِ

يُبيِّنُ هَذا المُخطَّطُ هِجْرَةُ الكَواكِبِ للمَجْموعَة الشَّمسيَّةِ في الوَقتِ الذي تَكوَّنتْ فيهِ هَذهِ الكَواكب (أعْلى اليَسار)، وفي الوَقتِ الحالي (أسفَل اليَسار) ويُعتقَدُ بِأنَّ مَدارَ المُشْتري تَقَلَّصَ قَليلاً، في حين تَوَسَّعتْ مَداراتُ زُحل وأورانوس ونبتون. وقَد أجْبرتْ ثَقالة نبتون مَدارَ بلوتو لِيُصبحَ ذا اخْتِلافٍ مَركزيٍّ أكْبر، وأشَدّ مَيلاً عَلى مُستَوى مَداراتِ الكَواكِبِ الأُخرى.



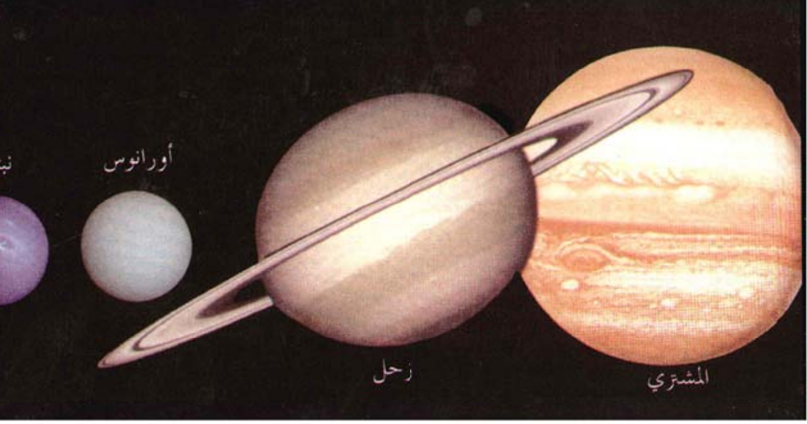
الكَواكِبُ الْخَارِجِيَّةُ أَوِ الْغَازِيَّةُ

هِيَ الْكَواكِبُ الْبَعِيدَةُ عَنِ الشَّمْسِ، وَالَّتي تَتأَلَّفُ بُنْيَتُها مِنَ الْغَازَاتِ الْمَضْغُوطَةِ، وَهِيَ: الْمُشْتَرِي-زُحَل-أورانوس-نِبْتون.

وَقَدْ شَذَّ الْكَوْكَبُ (بْلوتو) عَنْ هَذِهِ الْقَاعِدَةِ، إذْ أَنَّ بُنْيَتَهُ مُؤَلَّفَةٌ مِنَ الصُّخُورِ وَالْمَعَادِنِ كَالْكَواكِبِ الدَّاخِلِيَّةِ.

الجاذِبيَّة في المَجْموعَةِ الشَّمسيَّة

إنّ الذي يُبقي كَواكِب النِظامَ الشَّمْسي تَدورُ في مَداراتِها هُوَ الجاذِبيَّة Gravity، فَالجاذِبيَّة تُبقي مادَّةَ الجرْم مُتَماسِكةً، وإذا كانَتْ قَوية بِما فيهِ الكِفايَة، فإنَّها تَجذبُ غازاتٌ نَحو الكَوْكَب أو القَمَر فَتَصنع لَهُ غِلافاً غازِياً. كما أنَّ الجاذِبيَّة هِيَ التي تُبْقي الأقْمارَ في مَداراتِها حَولَ كَواكِبها السيّارة، وَيقِلُّ تَأْثيرُ الجاذِبيَّة بازْدِيادِ المَسافَةِ، فَكلَّما ازْدادَ بُعد الكَوْكب السَّيارِ عَنِ الشَّمْسِ تَقلُّ الجاذِبيَّة وتُصبِحُ حَركتهُ أبْطأ.



بحيْثُ يُمكِنُ أن تَمتَد سحابَة المُذنبات بَعيداً عَن الشَّمسِ إلى مَسافةٍ مِن نَفس قيمَةِ الأبْعادِ بينَ النُّجومِ.



في القَرن السَّابع عَشَر، تَقصّى العالِمُ الإنْكليزيُّ إسْحاق نيوتن حَركَةَ القَمَر والكَواكِب السَّيارَة، وَوضَع قانون الجاذِبيَّة العام الذي يُعْتبَرُ أحَدَ القَوانينَ الأساسيَّةِ في الكَونِ، حَيثُ يَنصُّ عَلى أنَّ قُوَّة التجاذُبِ بيْنَ كِتلتي جِسمَيْن تَتناسبُ طَرديّاً مَعَ مِقْداري كِتْلتيْهما وَعَكْسياً مَع مُربَّع المَسافَة بيْنهُما.



تشغلُ أجْسام حِزامِ كويْبَر مِنطَقَة لَها شَكْلُ (طارة) واقِعَةٍ وَراء مَدارَ نبتون وَيَقَعُ خَلْفَها سَحابَة أورت.

امْتِدادُ المَجموعَةِ الشَّمسيَّةِ

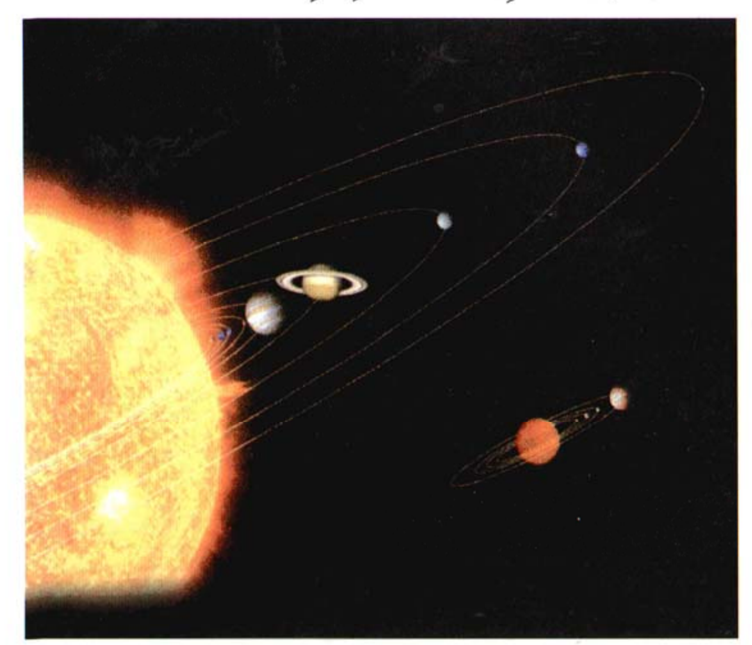
منْ غيرِ المُمكنِ إعطاءُ حدودٍ ثابتةٍ للمَجموعَةِ الشَّمسيَّةِ، واصْطِلاحُ امتِدادٍ **Expanding** يُعبرُ هُنا عَن أكبرِ بُعدٍ نَعرفُه عِنْدَ حَركاتٍ دَوْريَّة حَوْلَ الشَّمسِ، تُغطّي مَداراتِ الكَواكبِ الجزْءَ الدَّاخِلي فَقَط مِنَ المَجموعَةِ الشَّمسيَّةِ حتَّى حَوالي وحْدةٍ فَلكيَّةٍ مِنَ الشَّمسِ.

إلا أنَّ هَذهِ المَجموعةَ مُحاطةٌ بسحابَة ضَخْمَة مِنَ المُذنَباتِ طَويلةِ الدَّوْرة تُسمّى «سَحابَة أورت» وقَدْ وُجِدَت مِنْ بَينِها مَداراتٌ تَبعُدُ حتى (40000 وحْدةٌ فَلكيَّة) مِن النَّجْم المَركزيِّ، تَبْدو الشَّمسُ على هَذهِ المَسافَةِ كَنجْم لَمَعانُهُ مِن القدر (3.8)، أي بالنِسبةِ لَنا مِثْلَ الزُهرةِ وَفي الحَقيقةِ فإنَّه يُمكِنُ أنْ تَكونَ هُناك مَداراتٌ أكْبرَ مِنْ ذَلك،

البَحثُ عَن مَجْموعاتٍ شَمْسيَّةٍ جَديدَةٍ

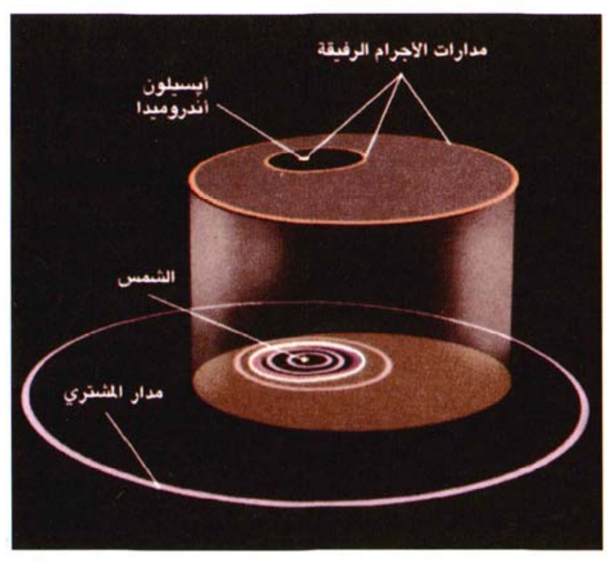
تَمَّ اكْتِشافُ أوَّلِ كَوكبٍ يَدور حَولَ النَّجم (بيكاسي-51)، عام 1995م، مِنْ قِبلِ فَلَكيين سويسريين هُما (مايور) و(كويلوز) مِنْ مَرصَد جنيف، عِنْدما كانا يُجْريان مَسحاً للنُّجومِ الثُّنائيَّة، وفي الشهر 1999/4م، أعلنَ الفَلكي بتلر (من المَرصَد الأنكلو استرالي) وزُمَلاؤه عَن اكْتِشاف ما يَبْدو وَكَأنَّه أوَّل حالَةٍ مَعْروفَة لِنظامٍ كَوكَبيٍ مُكوَّن مِن عِدَّة أجْسامٍ بِضخامَةِ المُشْتَري تَدورُ حَولَ نَجمٍ شَبيهٍ بالشَّمْسِ. (ولمْ يَكن قَد اكْتُشفَ قَبل ذلك إلا نظمٌ لا تَحْوي سِوى رفيق واحِد

بِضَخامَة المُشْتَري)، هَذا النجم هُو أبسليون أندروميدا الذي يَبْعدُ عَن نِظامِنا الشَّمْسي نَحو 40 سنةً ضَوئيَّةً، وهُوَ أضْخَم قَليلاً مِنَ الشَّمسِ وأشَدُّ تَألقاً بِنَحوِ ثَلاثَ مَرات.



مُقارَنَة بَيْنَ مَجْموعَتِنا الشَّمْسيَّةِ وَ الكَواكِبِ الَّتِي يُمْكِنْ أنْ تَدُور حَوْلَ نَجْمٍ قَزَم.

وبِحُلولِ الشهر 1999/6م، اكتُشف 20 جرماً، كُلٌّ مِنها مُرشحٌ لأنْ يَكونَ كَوكَباً خارِجَ النِّظامِ الشَّمْسي، وَقَد اكتُشِف مُعْظَمُها مِنْ قِبَل مارسي وبتلر. وقَدْ حَدَثَ هَذا الاكْتِشافُ في سِياقِ بَرامِجَ أنْجزَت مَسحَ قُرابَةِ (500) مِنَ النُّجوم القَريبَةِ الشَّبيهَةِ بالشَّمْسِ خِلال الفَتْرة (1990 ـ 2000)م. وقَد كانَتْ التَّقنيَةُ المُستعمَلَةُ في عَمَليَّاتِ البَحثِ هَذِه، والتي تَقيسُ انْزياحاتِ دوبلر لِخُطوطِ النُّجوم الطَّيفيَّةِ بُغيَةَ معرفة التَّغيُّراتِ الدَّوْريَّةِ في السُّرعاتِ النَّجْميَّة، لا تُعطي إلا حَدّاً أدْنى لِكُلِّ رُفقاء النُّجوم. وكانَ لِمُعظمِ الكَواكِبِ المُرشَّحةِ كُتلٌ حَدُّها الأدنى يعادِلُ كُتلةَ المُشتري تَقْريباً، وأنْصافُ أقْطارِ مَداراتِها أقَلُّ من (0.5) وحدَةٍ فَلَكيَّةٍ.



يُعْتَقَدُ أنَّ نظامَ أبسيلون أندروميدا يَحْوي ثَلاثَةُ أجْرامٍ رَقيقَةٍ بِضَخامَةِ المُشْتَري تَدورُ حَولَ النَّجم (في الأعلى)، وتَذْهبُ النَّظرياتُ التي وُضِعَتْ لِمَداراتِ هَذِهِ الأجْرام. إلى أنّ هَذِهِ المَداراتِ أصْغَرُ كَثيراً مِن مَدارِ المُشتري في مَجْموعَتِنا الشَّمْسيَّةِ.

وفِي أَوَائِلِ عَام 2007م، أَطْلَقت وَكَالَة الفَضَاء الفَرَنْسيَّة بمشَارَكَة وَكَالات أُخْرَى، تِلِسْكُوب الفَضَاء (كوروت) COROT المُكَرَّس كُلّيّاً للبَحْثِ عَن كَوَاكِب خَارِج المَجْمُوعَة الشَّمْسيَّة. حَيثُ إنَّه سَيَقُوم بِمُرَاقَبَة نَحْو 120 أَلف نَجْم لِتَسْجِيل الخُفُوتَات المُؤَقَّتَة فِي بَرِيْقِهَا، وَ النَّاجِمَةِ عَن مُرُورِ كَوَاكِبَ قُرْب سُطُوحِهَا. وَسَتقُوم المَهَمَّة أَيضاً بِدِرَاسَة الكَوَاكِب مبَاشَرةً للكَشْفِ عَن سُلُوكِهَا الدَّاخِلِيّ. وَمِنْ نقطَة اسْتِقرَارِه عَلَى بُعد (827) كم فَوقَ الأَرض، سَيَقُوم (كوروت) بِمَسْح حُقُولِ الكَوَاكِب لِمدَّة عَامَيْن وَنِصف.



التلسكوب الفضائي كوروت في مَداره حَولَ الأرض

الشَّمْسُ
Sun
(أَقْرَبُ نَجْم)

العُنصر الأَسَاسِي وَالمركَزِي فِي المَجْمُوعَة الشَّمسيَّة. وهِيَ أَقْرَبُ النجوم إِلَيْنَا، إِذْ لاَ تَبْعُدُ عَنَّا أَكْثَرَ مِنْ (150) مِلْيونِ كم وَسَطِيّاً. وَهَذَا مَا يَجْعَلُ نُورَهَا عِنْدَ شُرُوقِهَا لاَ يَصِلُ إِلَيْنَا قَبْلَ (8) دَقَائِقَ، كَمَا يَجْعَلُنَا نَظَلُّ نَرَى قُرْصَهَا بَعْدَ غُرُوبِهَا تَحْتَ الأُفُقِ لِمُدَّةِ (8) دَقَائِقَ أَيْضاً. وَهِيَ الَّتِي تَمُدُّ كَوْكَبَنَا بِالْحَرَارَةِ وَالنُّورِ الضَّرُورِيَّيْنِ لاِسْتِمْرَارِ الْحَيَاةِ بِكُلِّ أَنْوَاعِهَا وَأَشْكَالِهَا، بَدْءاً مِنَ الإِنْسَانِ وَانْتِهَاءً بِالْحَيَوَانِ وَالنَّبَاتِ.

يُضَافُ إِلَى ذَلِكَ دَوْرُهَا فِي الْحَيَاةِ الاِقْتِصَادِيَّةِ، فَهِيَ سِرُّ نُمُوِّ النَّبَاتَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ، وَنَجَاحِ الزِّرَاعَةِ، وَوُجُودِ الطَّاقَةِ الْمُحَرِّكَةِ فِي الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ وَالنِّفْطِ، تِلْكَ الطَّاقَةِ الَّتِي اخْتَزَنَهَا فِي كَيَانِهِ النَّبَاتُ وَالْحَيَوَانُ قَبْلَ أَنْ يُدْفَنَا فِي بَاطِنِ الأَرْضِ وَيَتَخَمَّرَا.



كَمَا أَنَّهَا سِرُّ الدَّوْرَةِ الْمَائِيَّةِ Water cycle الَّتِي تَشْمَلُ الْعَالَمَ كُلَّهُ، إِذْ بِوَسَاطَتِهَا يَتَحَوَّلُ الْمَاءُ إِلَى بُخَارِ مَاءٍ، لا يَلْبَثُ أَنْ يَتَكَاثَفَ عَلَى أَشْكَالٍ شَتَّى، أَهَمُّهَا الْمَطَرُ وَالثَّلْجُ اللَّذَانِ يَنْتُجُ عَنْهُمَا الْمَاءُ الضَّرُورِيُ لِحَيَاةِ الإِنْسَانِ وَالْحَيَوَانِ وَالنَّبَاتِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا يَنْتُجُ عَن ذَلِكَ مِنْ مِيَاهٍ جَارِيَةٍ اسْتَخْدَمَهَا الإِنْسَانُ كَطُرُقِ مُوَاصَلاتٍ، وَكَقُوَّةٍ مُحَرِّكَةٍ أَدَارَ بِهَا الطَّوَاحِينَ وَالنَّوَاعِيرَ، وَوَلَّدَ مِنْهَا الطَّاقَةَ الْكَهْرَمَائِيَّةَ الْمُحَرِّكَةَ.

كَمَا أَنَّ اخْتِلاَفَ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ بَيْنَ مَكَانٍ وَآخَرَ، النَّاتِجَ عَنِ اخْتِلاَفِ مَيْلِ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ السَّاقِطَةِ عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ، يَنْتُجُ عَنْهُ فُرُوقٌ فِي مِقْدَارِ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ بَيْنَ مِنْطَقَةٍ وَأُخْرَى مِمَّا يُسَبِّبُ هُبُوبَ رِيَاحٍ تَنْتَقِلُ مِنْ مَرَاكِزِ الضُّغُوطِ الثَّقِيلَةِ إِلَى مَرَاكِزِ الضُّغُوطِ الْخَفِيفَةِ، يُمْكِنُ اسْتِغْلاَلُهَا فِي أَكْثَرِ الأَحْيَانِ كَقُوَّةٍ مُحَرِّكَةٍ قَدَّرَهَا الْعَالِمَانِ (سيمون) وَ(باركر) بِمَا يُعَادِلُ الطَّاقَةَ الْمُحَرِّكَةَ النَّاتِجَةَ عَنْ إِحْرَاقِ (1500 - 1700) مِلْيونِ طن مِنَ الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ سَنَوِيّاً.

هَذَا بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا أَمَدَّنَا بِهِ الْعِلْمُ الْحَدِيثُ مِن اسْتِخْدَامٍ لِطَاقَةِ الشَّمْسِ الْحَرَارِيَّةِ اسْتِخْدَاماً مُبَاشَراً بِوَسَاطَةِ أَجْهِزَةٍ شَمْسِيَّةٍ فِي مَجَالِ التَّدْفِئَةِ وَالطَّهْيِ وَتَحْلِيَةِ مِيَاهِ الْبَحْرِ وَتَوْلِيدِ الطَّاقَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ وَتَسْيِيرِ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ وَالْمَحَطَّاتِ الْفَضَائِيَّةِ، وَفِي مَجَالاَتٍ أُخْرَى مُتَعَدِّدَةٍ.

وَأَخِيراً، فَعَنْ طَرِيقِ دِرَاسَةِ الْعُلَمَاءِ لِلتَّفَاعُلاَتِ الَّتِي تَجْرِي فِي الشَّمْسِ، وَمَا تُوَلِّدُهُ تِلْكَ التَّفَاعُلاَتُ مِنْ حَرَارَةٍ هَائِلَةٍ، تَوَصَّلُوا إِلَى مَعْرِفَةِ السِّرِّ الْكَامِنِ وَرَاءَ ذَلِكَ كُلِّهِ، إِنَّهُ الطَّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ. وَكَانَ ذَلِكَ بِدَايَةَ قِيَامِ دِرَاسَاتٍ مُسْتَفِيضَةٍ، وَأَبْحَاثٍ عَمِيقَةٍ دَائِبَةٍ أَدَّتْ إِلَى كَشْفِ الإِنْسَانِ عَنِ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ، وَتَوَصُّلِهِ إِلَى اسْتِخْدَامِهَا فِي مَجَالَيْ السِّلْمِ وَالْحَرْبِ.

نَظْرَةُ الأَقْدَمِينَ إِلَى الشَّمْسِ

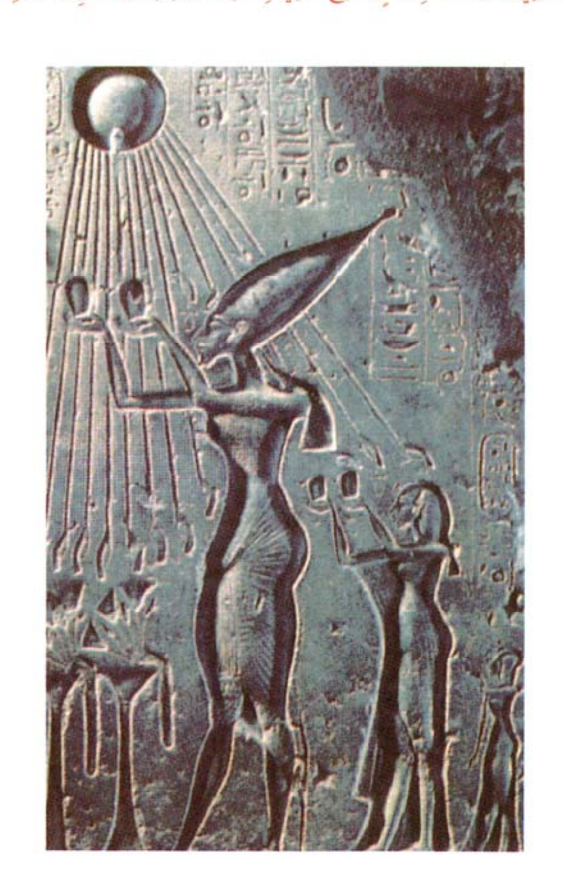
كَانَ الْمِصْرِيُّونَ الْقُدَمَاءُ فِي طَلِيعَةِ الشُّعُوبِ الَّتِي اهْتَمَّتْ بِالشَّمْسِ اهْتِمَاماً بَلَغَ دَرَجَةَ التَّقْدِيسِ وَالْعِبَادَةِ، اعْتِقَاداً مِنْهُمْ بِأَنَّهَا إِلَهٌ لَهُ قُدْرَةُ السَّيْطَرَةِ عَلَى الْكَوْنِ وَالتَّصَرُّفِ فِي شُؤُونِه. وَأَوَّلُ فَرَاعِنَةِ مِصْرَ الَّذِينَ أَلَّهُوا الشَّمْسَ، وَأَقَامُوا لَهَا الْمَعَابِدَ، وَعَبَدُوهَا، مُلُوكُ الأُسْرَةِ الرَّابِعَةِ الَّذِينَ دَعَوْهَا بِالإِلَه (رع)، وَأَضَافُوا اسْمَهَا إِلَى أَسْمَائِهِمْ لِتُبَارِكَهُمْ وَلْتَحْفَظَهُمْ وَلْتَنْصُرَهُمْ حَسْبَ اعْتِقَادِهِمْ، فَالْمَلِكُ (خف) جَعَلَ اسْمَهُ (خف رع) وَالْمَلِكُ (منق) جَعَلَ اسْمَهُ (منق رع). وَلَمْ يَتَغَيَّرْ الْوَضْعُ عَنْ سَابِقِهِ فِي عَهْدِ مُلُوكِ الدَّوْلَةِ الْمِصْرِيَّةِ الْوُسْطَى، إِلاَّ بِانْتِشَارِ عِبَادَةِ الشَّمْسِ فِي دَوْلَةِ مِصْرَ الْعُلْيَا، بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوْلَةِ مِصْرَ السُّفْلَى، وَاعْتِبَارِ جَمِيعِ الآلِهَةِ الأُخْرَى الَّتِي كَانَتْ تُعْبَدُ فِي أَنْحَاءِ مِصْرَ الْمُخْتَلِفَةِ نَمَاذِجَ مُشْتَقَّةً وَمُتَفَرِّعَةً عَنِ الإِلَه (رع). وَلَمْ يُقَمْ تِمْثَالُ (أَبِي الْهَوْلِ) بِجِوَارِ أَهْرَامِ الْجِيزَةِ، كَأَضْخَمِ تِمْثَالٍ فِي الْعَالَمِ كُلِّهِ، إِلاَّ لِيَكُونَ رَمْزاً لِلإِلَهِ (رع).

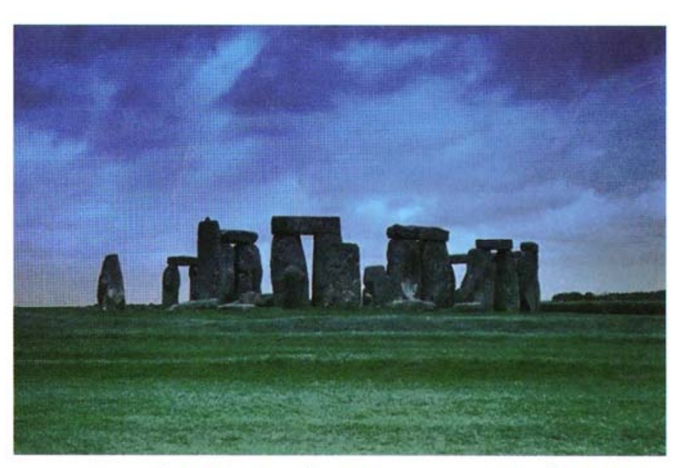


كانَتِ الأَهْرَامَاتُ التي بَنَتْها شُعوبُ الآزتك والمَايَا في المَكسِيكِ، مَعابِدَ لِلشَّمسِ كَما هُوَ الحالُ عِندَ المَصريِّينَ.



أَهَمُّ مَرْكَزٍ لِعِبَادَةِ الشَّمْسِ وَلِمَعَابِدِهَا فِي زَمَنِ الأُسْرَةِ الرَّابِعَة، كَانَتْ بَلْدَةُ (عَيْنُ شَمْس). وَقَدِ اسْتَمَرَّ تَقْدِيسُ الشَّمْسِ وَعِبَادَتُهَا فِي عَهْدِ مُلُوكِ الأُسْرَةِ الْخَامِسَةِ فِي مِصْرَ، حَيْثُ أَقَامُوا لَهَا مَعَابِدَ بِجِوَارِ أَهْرَامَاتِهِمُ الَّتِي بَنَوْهَا فِي مِنْطَقَةِ (أَبِي قِير)، وَنَقَشُوا عَلَى جُدْرَانِهَا الزَّوَارِقَ الْجَمِيلَةَ الْمُلَوَّنَةَ الَّتِي اعْتَقَدُوا أَنَّهَا تَحْمِلُ الشَّمْسَ الإِلَهَ - وَالَّتِي رَمَزُوا لَهَا بِقُرْصٍ مُشِعٍّ - فِي رِحْلَتِهَا الْيَوْمِيَّةِ بَيْنَ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ.





سادَ الاعْتِقادُ قُروناً، أن ستونهينج لَيْستْ إلاَّ مَعبداً، ونَظَراً لأنَّ مِحْورَ ستونهينج يُشير - مِنْ عَلى حَجرِ العقبِ - إلى نُقطةٍ في الأُفقِ تُشرقُ عِنْدَها الشَّمسُ في يوم مُنتصفِ الصّيْفِ، لِذلكَ كانَ مِنَ الطّبيعيّ أنْ يَتولّدَ الاعْتِقادُ، بأنَّ ستونهينج قَدْ شُيِّدتْ لِتكونَ مَعْبداً لِعبادَةِ إلَهِ الشَّمس، هَذا وَلا يَزالُ الزُّوارُ يَتدافَعون إلى ستونهينج حَتَّى يَومِنا هَذا، لِرُؤيةِ الشّمسِ وهِيَ تُشرقُ في الحَادي والعشرين مِن حُزَيران.

نَجْمٌ وَلَكِنَّهُ شَمْسٌ

إنَّ الشَّمْسَ نَجْمٌ لاَ يَخْتَلِفُ عَنْ مُعْظَمِ نُجُومِ السَّمَاءِ إلاَّ بِقُرْبِهِ مِنَّا. حيث إنَّ بَعْضَهَا الآخَرَ لاَ يَخْتَلِفُ عَنِ الشَّمْسِ مِنْ حَيْثُ بُعْدُهُ عَنَّا فَقَطْ، وَإِنَّمَا يَخْتَلِفُ عَنْهَا مِنْ حَيْثُ كُتْلَتُهُ وَحَجْمُهُ وَطَاقَتُهُ وَشِدَّةُ أَوْ ضَعْفُ تَأَلُّقِهِ.



تَشَكُّلُ الشَّمْسِ

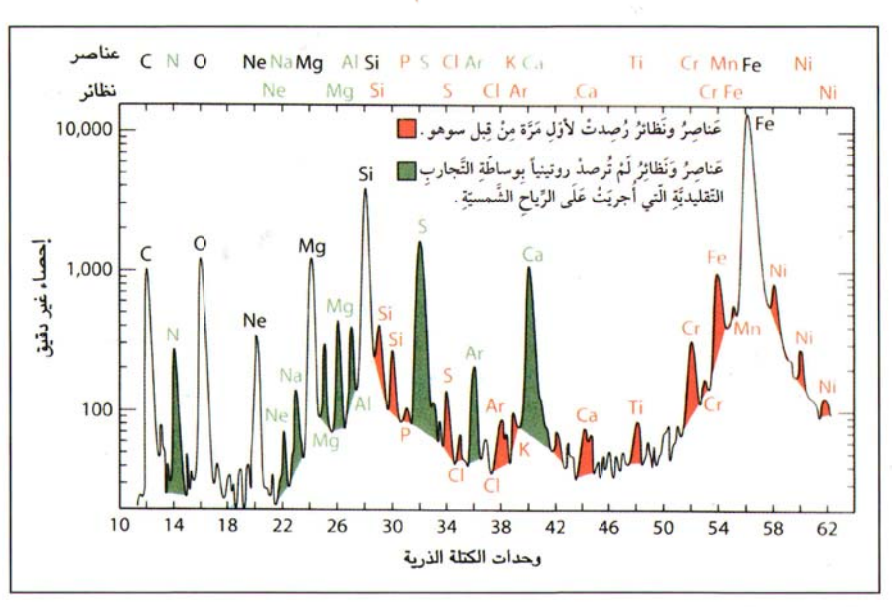
عِنْدَمَا كَانَ الْكَوْنُ وَلَيْسَ فِيهِ إِلاَّ غَازٌ وَغُبَارٌ مُتَمَدِّدَانِ خِلاَلَهُ لِدَرَجَةٍ تَقْرُبُ مِنَ الْفَرَاغِ، تَعَرَّضَ الْكَوْنُ لِضَغْطٍ شَدِيدٍ مَجْهُولِ الأَسْبَابِ، جَعَلَهُمَا يَنْكَمِشَانِ وَيَنْدَمِجَانِ، مُشَكِّلَيْنِ سَحَابَةً كَوْنِيَّةً ضَخْمَةً، كَانَتِ السَّدِيمَ الْكَوْنِيَّ الأَوَّلَ وَالْوَحِيدَ.

وَمَعَ تَزَايُدِ الضَّغْطِ عَلَى تِلْكَ السَّحَابَةِ، تَزَايَدَ انْكِمَاشُهَا عَلَى نَفْسِهَا لِحَدٍّ أَدَّى إِلَى ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ فِيهَا لِدَرَجَةٍ هَائِلَةٍ، ثُمَّ إِلَى انْفِجَارِهَا وَتَمَزُّقِهَا إِلَى عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ السُّحُبِ الْعِمْلاَقَةِ الَّتِي دُعِيَتْ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا بِاسْمِ (سَدِيم). ثُمَّ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ خَضَعَتْ تِلْكَ السُّدُمُ إِلَى انْكِمَاشٍ وَتَمَدُّدٍ مُتَوَالِيَيْنِ وَمُسْتَمِرَّيْنِ كَانَا يُؤَدِّيَانِ إِلَى حُدُوثِ اضْطِرَابٍ عَنِيفٍ فِي كُتَلِ تِلْكَ السُّدُمِ، انْتَهَى إِلَى حُدُوثِ تَفَاعُلاَتٍ رَفَعَتْ حَرَارَةَ السُّدُمِ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، إِنَّمَا بِصُورَةٍ غَيْرِ مُتَسَاوِيَةٍ، مِمَّا جَعَلَ الْمَنَاطِقَ ذَاتَ الْحَرَارَةِ الأَعْلَى فِي كُلِّ سَدِيمٍ مَنَاطِقَ مُضَاءَةً، وَعِنْدَهَا تَحَوَّلَتِ السُّدُمُ إِلَى طَلاَئِعِ مَجَرَّاتٍ لَهَا شَكْلٌ عَشْوَائِيٌّ.

وَمَعَ ازْدِيَادِ حَرَارَةِ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ، نَشَأَتْ فِيهَا حَرَكَةُ دَوَرَانٍ مِحْوَرِيٍّ، أَدَّتْ فِي الْبِدَايَةِ إِلَى تَكْوِينِ الْمَجَرَّةِ وَنُشُوءِ نَوَاةٍ فِيهَا. وَمَعَ ازْدِيَادِ دَوَرَانِهَا، وَتَزَايُدِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ فِيهَا، أَخَذَتِ الْمَجَرَّةُ شَكْلاً عَدَسِيّاً، كَمَا أَخَذَتْ تَظْهَرُ فِيهَا حَرَكَاتُ تَدْوِيمٍ مُسْتَقِلَّةٌ عَنْ بَعْضِهَا، جَعَلَتْ كُتْلَةَ الْمَجَرَّةِ تَضُمُّ فِي ثَنَايَاهَا مِلْيَارَاتِ الدَّوَّامَاتِ الَّتِي أَخَذَتْ تَتَبَاعَدُ عَنْ بَعْضِهَا، دُونَ أَنْ تَفْقِدَ الْقُوَّةَ الْجَاذِبَةَ الْقَائِمَةَ فِيمَا بَيْنَهَا، وَدُونَ أَنْ تُغَيِّرَ مَرْكَزَ دَوَرَانِهَا الْوَحِيدَ، وَهُوَ مَرْكَزُ الْمَجَرَّةِ ذَاتِهَا. ثُمَّ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ تَحَوَّلَتْ كُلُّ دَوَّامَةٍ مِنْهَا إِلَى مَنْظُومَةٍ شَمْسِيَّةٍ مُعْتِمَةٍ، اسْتَطَاعَتِ الشَّمْسُ فِيهَا - بِفَضْلِ ضَخَامَةِ حَجْمِهَا - أَنْ تَضُمَّ إِلَيْهَا (99.9 %) مِنْ مُجْمَلِ غُبَارٍ وَغَازِ الدَّوَّامَةِ الَّتِي كَانَتِ الشَّمْسُ تُشَكِّلُ الْقِسْمَ الْبَاطِنَ مِنْهَا. ثُمَّ أَدَّى الضَّغْطُ الْكَبِيرُ الَّذِي أَحْدَثَهُ جِسْمُ الشَّمْسِ عَلَى بَاطِنِهَا إِلَى ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ فِيهَا ارْتِفَاعاً عَظِيماً، سَبَّبَ حُدُوثَ تَفَاعُلاَتٍ ذَرِّيَّةٍ بَدَأَتْ فِي بَاطِنِ الشَّمْسِ، حَيْثُ نَتَجَ عَنْهَا تَوَهُّجٌ خَاطِفٌ، عَمَّ سَطْحَ الشَّمْسِ كُلَّهُ، وَأَضَاءَ مَا حَوْلَهَا مِنْ كَوَاكِبَ، وَمَا يَتْبَعُ تِلْكَ الْكَوَاكِبَ مِنْ أَقْمَارٍ وَحَلَقَاتٍ. كَمَا أَخَذَتِ الشَّمْسُ تَمُدُّ الْكَوَاكِبَ وَتَوَابِعَهَا بِحَرَارَتِهَا. وَصِغَرُ حَجْمِ الْكَوَاكِبِ وَتَوَابِعِهَا أَدَّى إِلَى بَقَائِهَا أَجْسَاماً مُعْتِمَةً بَارِدَةً.

تَرْكِيبُ الشَّمْسِ

رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ الشَّمْسَ قَدِ اسْتَأْثَرَتْ بِـ (99.9 %) مِنْ مُجْمَلِ الْمَادَّةِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا الْمَنْظُومَةُ الشَّمْسِيَّةُ، وَمَا بَقِيَ مِنْ تِلْكَ الْمَادَّةِ، وَقَدْرُهُ (1 %) فَقَطْ، تَأَلَّفَتْ مِنْهُ بَقِيَّةُ أَعْضَاءِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الَّتِي تَضُمُّ الْكَوَاكِبَ وَتَوَابِعَهَا، وَمَا يَتَحَرَّكُ عَبْرَ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ مِنْ مُذَنَّبَاتٍ وَشُهُبٍ وَنَيَازِكَ. وَ بِاسْتِخْدَامِ الْمِطْيَافِ **Spectroscope** الَّذِي يُحَلِّلُ أَشِعَّةَ النُّورِ إِلَى أَطْيَافٍ بِوَسَاطَةِ الْمَوْشُورِ الزُّجَاجِيِّ **Prism** الْمَوْجُودِ أَمَامَ عَدَسَةِ الْمِطْيَافِ، أَمْكَنَ مَعْرِفَةُ مُرَكَّبَاتِ الشَّمْسِ وَدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ فِيهَا؛ إِذْ إِنَّ لِكُلِّ عُنْصُرٍ - يَكُونُ عَلَى شَكْلِ غَازٍ مُتَوَهِّجٍ - لَوْناً خَاصّاً بِهِ، يُمَيِّزُهُ عَنْ غَيْرِهِ، وَيَدُلُّنَا عَلَى مِقْدَارِ دَرَجَةِ حَرَارَتِهِ، وَنَوْعِ الْمَادَّةِ الَّتِي يَتَأَلَّفُ مِنْهَا.



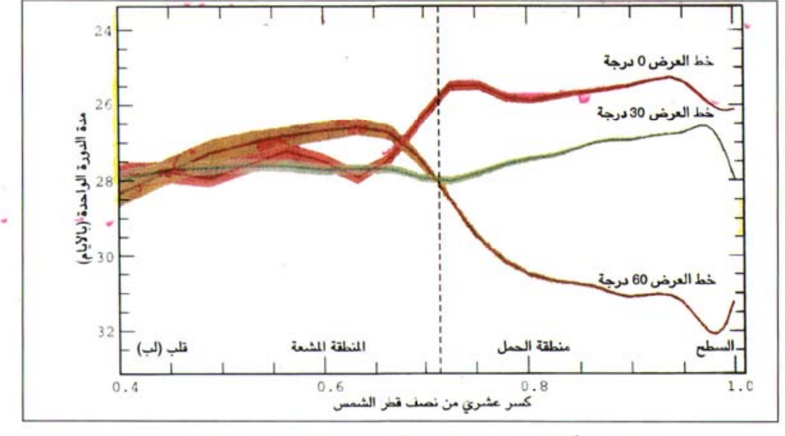
الْعَناصِرِ الَّتِي تَدْخُلُ فِي تَرْكِيبِ الشَّمْسِ

وَمِنْ تَحْلِيلِ نُورِ الطَّبَقَةِ السَّطْحِيَّةِ مِنَ الشَّمْسِ إِلَى خُطُوطٍ طَيْفِيَّةٍ، تَبَيَّنَ أَنَّ تَرْكِيبَ تِلْكَ الطَّبَقَةِ يَكُونُ عَلَى الشَّكْلِ التَّالِي، وَبِالنِّسْبَةِ الْمُحَدَّدَةِ بِجَانِبِ كُلِّ عُنْصُرٍ :

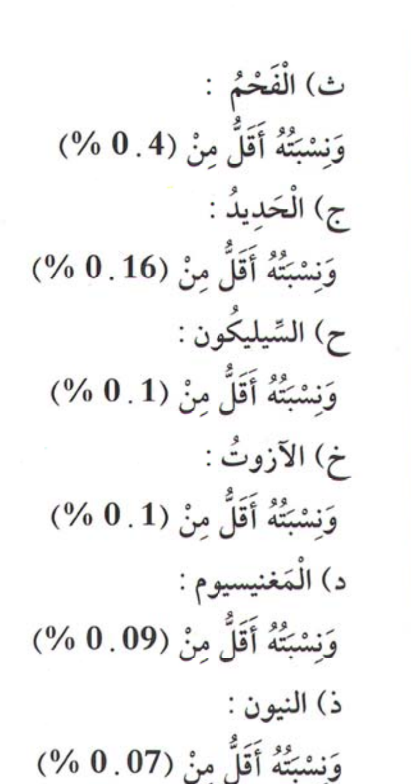
أ) الْهيدروجين : وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (75 %)

ب) الْهليوم : وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (24 %)

ت) الأوكسجين : وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (1 %)



استُنْتِجَ مُعدَّلُ الدَّورانِ الدّاخليِّ للشّمسِ في خُطوطِ العَرضِ الّتي دَرجاتُها (0 و30 و60) مِنَ البَياناتِ الّتي زَوَّدَنا بِها جِهازُ تَصويرِ (مايكلسون ـ دوبلر). وعِنْدَ الاتِّجاهِ نَحوَ الأسْفلِ إلى قاعِدةِ منطقةِ الحَملِ، نَرى أنَّ المَناطِقَ القُطبيّةَ تَدومُ عَلى نَحْوٍ أبطأَ مِنْ تَدويمِ المَناطِقِ الاسْتِوائيّةِ. وبَعدَ ذَلِكَ، فَإنَّ الدَّورانَ المُنْتَظِمَ يَبدو بِأنَّهُ هُوَ القاعِدةُ، مَعَ أنَّ العُلَماءَ لَمْ يُحدِّدوا بَعدُ مُعدّلاتِ الدّورانِ داخِلَ قَلْبِ الشَّمْسِ.



ث) الْفَحْمُ :

وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (0.4 %)

ج) الْحَدِيدُ :

وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (0.16 %)

ح) السِّيلِيكُون :

وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (0.1 %)

خ) الآزوتُ :

وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (0.1 %)

د) الْمَغنيسيوم :

وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (0.09 %)

ذ) النيون :

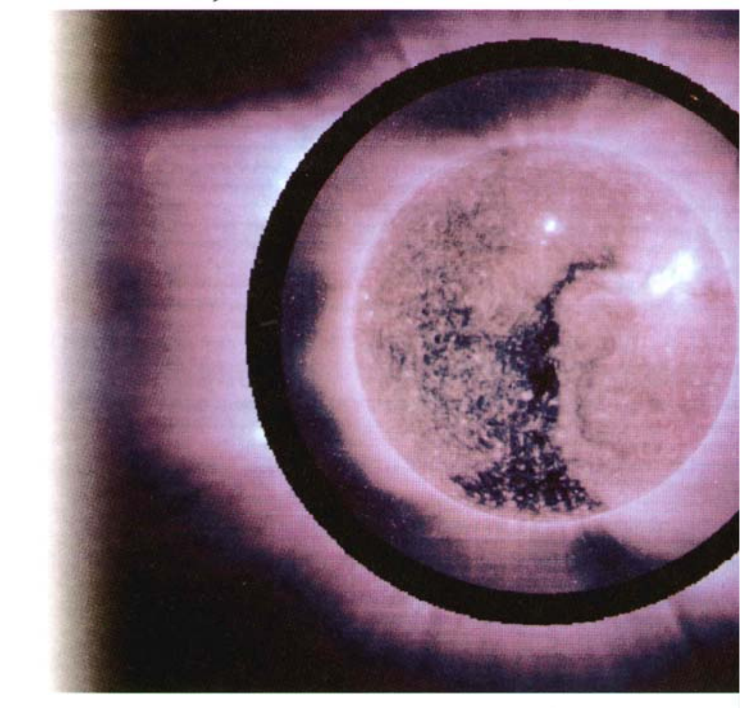
وَنِسْبَتُهُ أَقَلُّ مِنْ (0.07 %)

وَعِنْدَمَا نَبْلُغُ الطَّبَقَةَ الْوُسْطى مِنَ الشَّمْسِ نَجِدَ أَنَّ غَازَ (الْهيدروجين) يَأْخُذُ بِالتَّنَاقُصِ لِتُصْبِحَ نِسْبَتُهُ (65 %)، بَيْنَمَا تَرْتَفِعُ نِسْبَةُ (الْهليوم) حَتَّى تُصْبِحَ (34 %)؛ وَعِنْدَ بُلُوغِنَا سَطْحَ الطَّبَقَةِ الْمَرْكَزِيَّةِ، أَيْ النَّوَاةِ، يَزْدَادُ تَنَاقُصُ (الْهيدروجين)، حَيْثُ لاَ تَزِيدُ نِسْبَتُهُ هُنَاكَ عَلَى (34 %)، بَيْنَمَا تَرْتَفِعُ نِسْبَةُ (الْهليوم) لِتُصْبِحَ (65 %)؛ وَعِنْدَمَا نَقْتَرِبُ مِنْ مَرْكَزِ الشَّمْسِ يَخْتَفِي (الْهيدروجين) تَمَاماً، وَتُصْبِحُ نِسْبَةُ (الْهليوم) هُنَاكَ (99 %)، وَيَبْقَى (1 %) لِلْعَنَاصِرِ الأُخْرَى الْمَعْدِنِيَّةِ الَّتِي تَدْخُلُ فِي تَرْكِيبِ الشَّمْسِ.

حَجْمُ الشَّمْسِ وَكُتْلَتُهَا وَكَثَافَتُهَا وَأَبْعَادُهَا وَدَرَجَةُ حَرَارَةِ سَطْحِهَا

تُعَدُّ الشَّمْسُ مِنَ النُّجُومِ ذَاتِ الْحَجْمِ الْمُتَوَسِّطِ، إِذْ يَبْلُغُ (742 . 850 . 983) كوادرليون كم3، أَيْ أَنَّهَا أَكْبَرُ مِنْ حَجْمِ الأَرْضِ بِـ (1.3) مِلْيونِ مَرَّةٍ تَقْرِيباً. وَتُقَدَّرُ كُتْلَتُهَا، أَيْ

وَزْنُهَا، بِـ (1.99×10^{33}) غراماً، وَهَذَا يُسَاوِي (2000) كوادريليون[1] طن، أَيْ مَا يُعَادِلُ (332) أَلْفَ مَرَّةٍ مِنْ كُتْلَةِ الأَرْضِ. وَيَبْلُغ طُولُ نِصْفِ قُطْرِهَا (696250) كم، أَيْ أَنَّهُ أَطْوَلُ مِنْ نِصْفِ قُطْرِ الأَرْضِ بِـ (109) مَرَّاتٍ. وَتَبْلُغُ مِسَاحَةُ سَطْحِهَا (6.089) ترليون كم2. أَمَّا مُتَوَسِّطُ كَثَافَتِهَا فَلاَ يَزِيدُ عَلَى (1.41)غ/سم3، بَيْنَمَا يَكُونُ مُتَوَسِّطُ كَثَافَةِ الأَرْضِ (5.5) غ/سم3. وَيُقَدَّرُ مُتَوَسِّطُ دَرَجَةِ حَرَارَةِ سَطْحِهَا الضَّوْئِيِّ بِـ (5800 - 6000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ.



بُنْيَةُ الشَّمْسِ

يَتَأَلَّفُ جُرْمُ الشَّمْسِ مِنْ ثَلاَثِ طَبَقَاتٍ أَسَاسِيَّةٍ، تُحِيطُ بِهَا ثَلاَثُ طَبَقَاتٍ مُلْحَقَةٍ بِهَا.

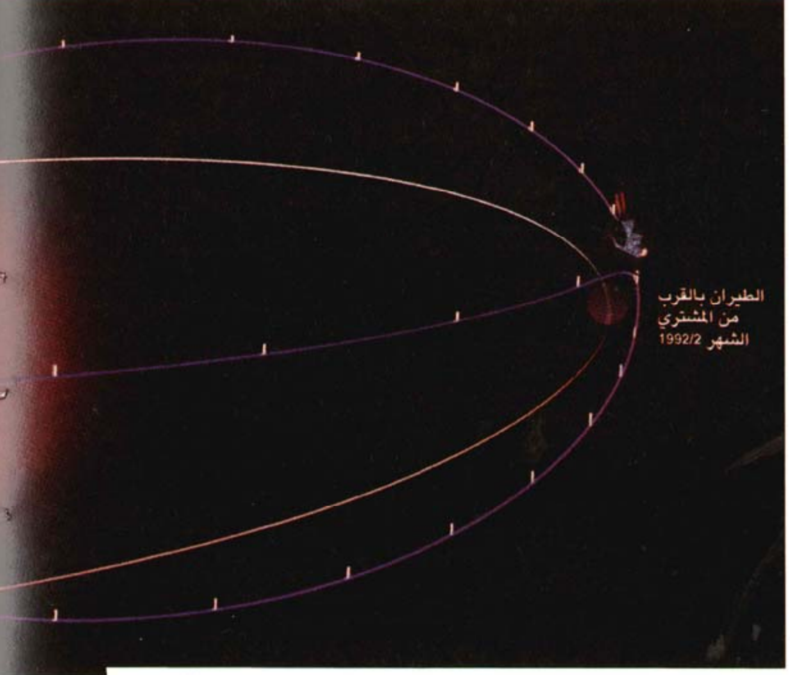
(1) الطَّبَقَاتُ الأَسَاسِيَّةُ:

1) النَّوَاةُ الْمَرْكَزِيَّةُ Core:

وَهِيَ الْكُرَةُ الَّتِي تُحِيطُ بِمَرْكَزِ الشَّمْسِ، وَتَمْتَدُّ مِنْهُ حَتَّى مَسَافَةَ (200) أَلْفِ كم، يَتَرَكَّزُ فِيهَا قَرَابَةُ (90 %) مِنْ كُتْلَةِ الشَّمْسِ، وَهِيَ الْجُزْءُ الَّذِي يَتَحَمَّلُ أَكْبَرَ ضَغْطٍ؛ لِذَا كَانَتِ الْكَثَافَةُ فِيهَا شَدِيدَةً، حَتَّى أَن السَّنْتِيمِتْرَ الْمُكَعَّبَ الْوَاحِدَ عِنْدَ الْمَرْكَزِ يَزِنُ (150) غراماً، أَيْ أَنَّهُ أَكْثَرُ كَثَافَةً مِنَ الرَّصَاصِ بِمِقْدَارِ (11) مَرَّةً. كَمَا تَزِيدُ الْحَرَارَةُ فِيهَا عَلَى (14) مِلْيونَ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، وَقَدْ سَاعَدَ وَضْعُهَا هَذَا عَلَى حُدُوثِ تَفَجُّرَاتٍ نَوَوِيَّةٍ دَائِمَةٍ تَتَعَدَّى آثَارُهَا جُرْمَ الشَّمْسِ، لِتَنْطَلِقَ فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ الْمُحِيطِ بِهَا، بَعْدَ أَنْ تَتْرُكَ آثَارَهَا فِي جَمِيعِ كَوَاكِبِهَا وَتَوَابِعِ تِلْكَ الْكَوَاكِبِ.

2) الطَّبَقَةُ الْمُشِعَّةُ Radiant zone:

تُحِيطُ بِالنَّوَاةِ الْمَرْكَزِيَّةِ، وَيَبْلُغُ سُمْكُهَا (325000)كم، وَهِيَ أَقَلُّ ضَغْطاً وَحَرَارَةً مِنَ النَّوَاةِ، إِذْ تَكُونُ حَرَارَتُهَا قُرْبَ النَّوَاةِ (8) مَلاَيِين دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، أَمَّا عِنْدَ سَطْحِهَا فَلاَ تَتَجَاوَزُ حَرَارَتُهَا (1 – 1.5) مِلْيونَ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ. وَفِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ تَتِمُّ مُعْظَمُ عَمَلِيَّةِ التَّفَجُّرَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي بَدَأَتْ فِي النَّوَاةِ الْمَرْكَزِيَّةِ.



بَدأ المَسَارُ القُطبيُّ لِلمَركبةِ أوليس (في الأعْلى) بَعدَ أنْ تَركتْ جِوار المُشْتَري مُباشرَةً، وذَلِك في بِدايةِ عام 1992م، وحيثُ أنَّ السَّابر يَتَحرَّكُ بِأقْصى سُرعة لَهُ في مَداره الذي يَستغرِقُ ستَّةُ أعْوام، عِنْدما يكونُ أقْربَ ما يُمكنُ مِنَ الشَّمسِ، فَقد تَمكَّنتِ المَركَبَةُ المُحملةُ بالأجْهزةِ (اليسار) أن تَمرّ فَوق كُلٍّ مِنَ القُطْبَين في عامي (1994 - 1995)م.

هوائي كسب عال

مولد حراري كهربائي للنظائر المشعة

(1) الكوادريليون: رَقْمٌ مُؤَلَّفٌ مِنَ الْعَدَدِ (1) وَإِلَى يَمِينِهِ (15) صِفْراً، أَيْ: (1.000.000.000.000.000)

3) طَبَقَةُ الْحِمْلاَنِ Convection zone :

تُحِيطُ بِالطَّبَقَةِ الْمُشِعَّةِ، وَيَبْلُغُ سُمْكُهَا (171250)كم. وَقَدْ دُعِيَتْ بِذَلِكَ لاِشْتِمَالِهَا عَلَى تَيَّارَاتٍ صَاعِدَةٍ هَابِطَةٍ: فالصَّاعِدُ مِنْهَا يَحْمِلُ مَعَهُ الْكُتَلَ الْغَازِيَّةَ الْحَارَّةَ، وَالْهَابِطُ مِنْهَا يَحْمِلُ مَعَهُ الْكُتَلَ الْغَازِيَّةَ الَّتِي تَبَرَّدَتْ نِسْبِيّاً عِنْدَ سَطْحِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ.

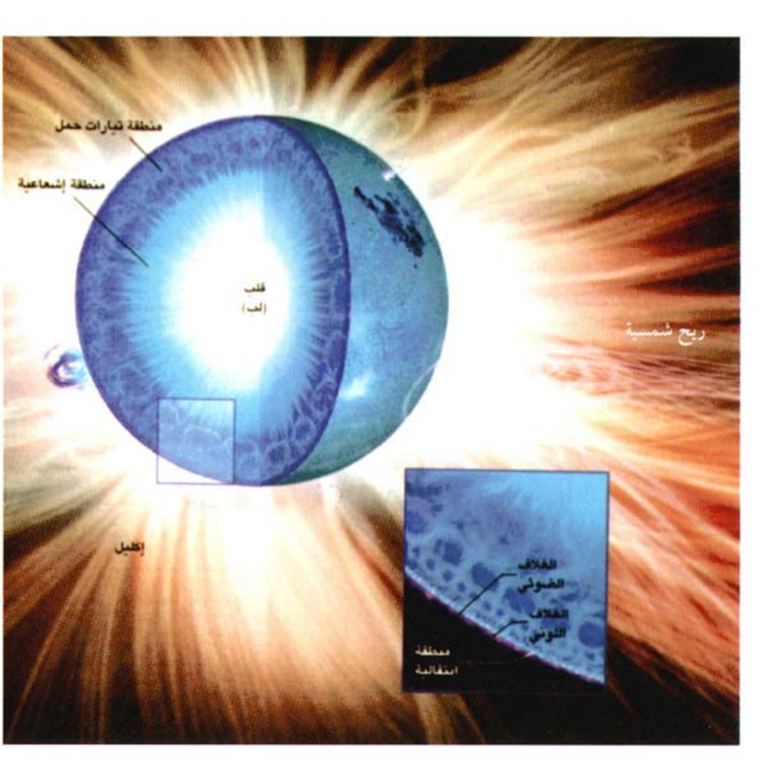
وَهَذِهِ التيَّارَاتُ هِيَ السَّبَبُ فِيمَا يُرَى بِالْمَرَاصِدِ عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ مِنْ نُتُوءاتٍ تُجَاوِرُهَا انْخِفَاضَاتٌ، إِذْ تُشَكِّلُ النُّتُوءاتُ قِمَمَ تَيَّارَاتِ الْحِمْلاَنِ الصَّاعِدَةِ، بَيْنَمَا تُشَكِّلُ الاِنْخِفَاضَاتُ الْمَنَاطِقَ الَّتِي تَهْبِطُ عِنْدَهَا تَيَّارَاتُ الْحِمْلاَنِ الْبَارِدَةُ، وَهَذَا مَا يُعْطِي سَطْحَ الشَّمْسِ الأَسَاسِيَّ، وَهُوَ سَطْحُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ، الْمَظْهَرَ الْحُبَيْبِيَّ الَّذِي يَبْدُو وَاضِحاً عِنْدَ رَصْدِهَا. وَتُقَدَّرُ الْحَرَارَةُ عِنْدَ أَسْفَلِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ بِـ (1.5) مِلْيونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، بَيْنَمَا لاَ تَزِيدُ عَلَى سَطْحِهَا عَنْ (15) أَلْفِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ.

(2) الطَّبَقَاتُ الْمُلْحَقَةُ :

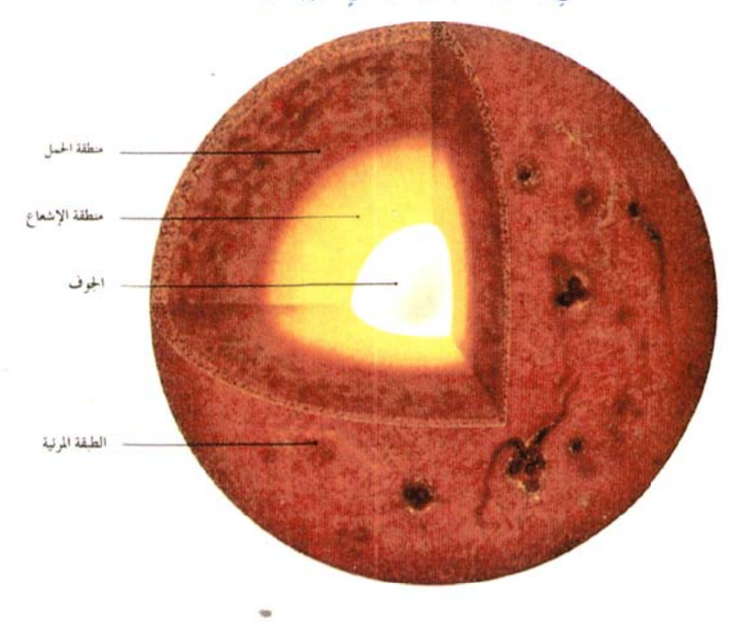
1) الْغِلاَفُ الْمُنِيرُ Photospher :

وَهُوَ الطَّبَقَةُ الضَّوْئِيَّةُ الَّتِي تُغَلِّفُ مِنْطَقَةَ أَوْ طَبَقَةَ الْحِمْلاَنِ، وَالَّتِي تَمُدُّ كَوَاكِبَ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ وَالتَّوَابِعَ وَالْمُذَنَّبَاتِ بِالنُّورِ وَالْحَرَارَةِ، وَهِيَ الَّتِي تَظْهَرُ لَنَا فِي السَّمَاءِ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ عَلَى شَكْلِ قُرْصٍ ذِي طَرَفٍ دَائِرِيٍّ مُحَدَّدٍ، نَدْعُوهُ بِالشَّمْسِ، يَبْلُغُ سُمْكُهُ (500)كم، وَهُوَ أَيْضاً ذُو سَطْحٍ حُبَيْبِيٍّ، تُمَثِّلُ فِيهِ الْحُبَيْبَاتُ الْمُنِيرَةُ رُؤُوسَ أَعْمِدَةِ الْغَازَاتِ الْحَارَّةِ الَّتِي تَعْلُو تَيَّارَاتِ الْحِمْلاَنِ الْحَارَّةَ الصَّاعِدَةَ فِي مِنْطَقَةِ الْحِمْلاَنِ، بَيْنَمَا تُمَثِّلُ الاِنْخِفَاضَاتُ الْمُظْلِمَةُ الْقَائِمَةُ بَيْنَ تِلْكَ الْحُبَيْبَاتِ الْمُنِيرَةِ نِهَايَاتِ أَعْمِدَةِ الْغَازَاتِ الْبَارِدَةِ نِسْبِيّاً وَالْهَابِطَةِ، وَالَّتِي تَعْلُو تَيَّارَاتِ الْحِمْلاَنِ الْبَارِدَةَ فِي مِنْطَقَةِ الْحِمْلاَنِ.

وَإِذَا كُنَّا قَدْ دَعَوْنَا النُّتُوءاتِ الْمُنِيرَةَ فِي هَذَا الْغِلاَفِ بِالْحُبَيْبَاتِ، فَلاَ يَعْنِي ذَلِكَ أَنَّهَا ذَاتُ سَطْحٍ صَغِيرٍ، وَإِنَّمَا دَعَوْنَاهَا كَذَلِكَ بِمُقَارَنَتِهَا مَعَ سَطْحِ الشَّمْسِ كَبِيرِ الاِتِّسَاعِ، إِذْ إِنَّ الْحُبَيْبَةَ الْوَاحِدَةَ يَمْتَدُّ قُطْرُهَا إِلَى أَكْثَرَ مِنْ (1500)كم، وَمَعَ ذَلِكَ فَلاَ تَكْشُفُهَا إِلاَّ الْمَرَاصِدُ الْمَحْمُولَةُ بِالْمَنَاطِيدِ، وَمِنِ ارْتِفَاعَاتٍ تَتَجَاوَزُ (25)كم عَنْ سَطْحِ الأَرْضِ، أَوِ الْمَرَاصِدُ الضَّخْمَةُ الَّتِي تَتَوَفَّرُ لَهَا ظُرُوفٌ جَوِّيَّةٌ تُسَاعِدُ عَلَى صَفَاءِ الرُّؤْيَةِ.



داخِل الشَّمْس توجَدُ تَحتَ الطَّبقةِ المَرئيَّةِ مِنَ الشَّمسِ، منْطِقَةُ الحَمل الحَراريّ، وهِيَ مَنطقةٌ شَديدةُ الهياجِ، ومَنطقةُ الإشْعاع وقَلبُ الشَّمسِ (الجوف)، الّذي هُوَ مَصدرُ الطّاقةِ الشَّمسيَّةِ، وتَسري هذِهِ الطّاقةُ مِنَ الجَّوفِ إلى القِطاعِ المُشعِّ فَالسَّطحِ ومِنْهُ إلى الفَضاءِ عَلى هَيئةِ إشْعاعٍ حَراريٍ وَضَوْء.

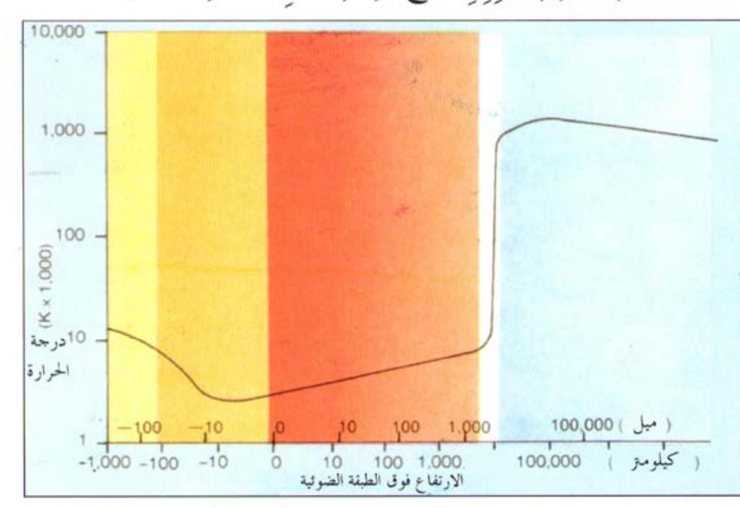


وَيَحْدُثُ أَحْيَانَاً أَنْ يَتَجَمَّعَ مَا بَيْنَ (300 - 400) حُبَيْبَةً لِفَتْرَةٍ مُؤَقَّتَةٍ، وَيُدْعَى مِثْلُ هَذَا التَّجَمُّعِ بِالْحُبَيْبَةِ الضَّخْمَةِ، إِذْ يَبْلُغُ قُطْرُهَا مَا بَيْنَ (45000 - 60000)كم، وَلاَ تَدُومُ تِلْكَ الْحُبَيْبَاتُ عَادَةً أَكْثَرَ مِنْ يَوْمٍ وَاحِدٍ. كَمَا تَتَجَمَّعُ فِي حَالاَتٍ مَحْدُودَةٍ وَخَاصَّةٍ حُبَيْبَاتٌ عِمْلاَقَةٌ تُعَادِلُ مِسَاحَةُ الْحُبَيْبَةِ الْوَاحِدَةِ مِنْهَا مَا يُعَادِلُ مِسَاحَةَ (10) حُبَيْبَاتٍ ضَخْمَةٍ أَوْ يَزِيدُ؛ وَيَحْدُثُ ذَلِكَ عَادَةً فِي فَتَرَاتِ نَشَاطِ الانْفِجَارِ الشَّمْسِيِّ.

وَتُقَدَّرُ حَرَارَةُ هَذَا الْغِلاَفِ عِنْدَ طَبَقَاتِهِ السُّفْلَى بِـ (15) أَلْفَ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، بَيْنَمَا تَتَرَاوَحُ عِنْدَ السَّطْحِ مَا بَيْنَ (5800 – 6000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ.

2) طَبَقَةُ خُطُوطِ امْتِصَاصِ الْحَرَارَةِ :

يُحِيطُ بِالطَّبَقَةِ الْمُنِيرَةِ طَبَقَةٌ تَمْتَدُّ عِدَّةَ آلاَفٍ مِنَ الْكِيلُومِتْرَاتِ، يُشَكِّلُ الْجُزْءُ السُّفْلِيُّ مِنْهَا، الَّذِي يُقَدَّرُ سُمْكُهُ بِـ (500)كم، مِنْطَقَةً مَاصَّةً لِلْحَرَارَةِ الْمُشِعَّةِ مِنَ الطَّبَقَةِ الْمُنِيرَةِ، لِذَا تَكُونُ الْحَرَارَةُ فِي هَذَا الْقِسْمِ حَوَالَيْ (4000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ؛ أَمَّا الْجُزْءُ الْعُلْوِيُّ مِنْهَا، وَهُوَ أَكْثَرُ سُمْكَاً، فَيَتَشَكَّلُ فِيهِ طَيْفُ الامْتِصَاصِ الشَّمْسِيِّ، كَمَا أَنَّ الْحَرَارَةَ تَنْخَفِضُ فِيهِ تَدْرِيجِيَّاً مَعَ ابْتِعَادِنَا عَنِ الطَّبَقَةِ السُّفْلَى.



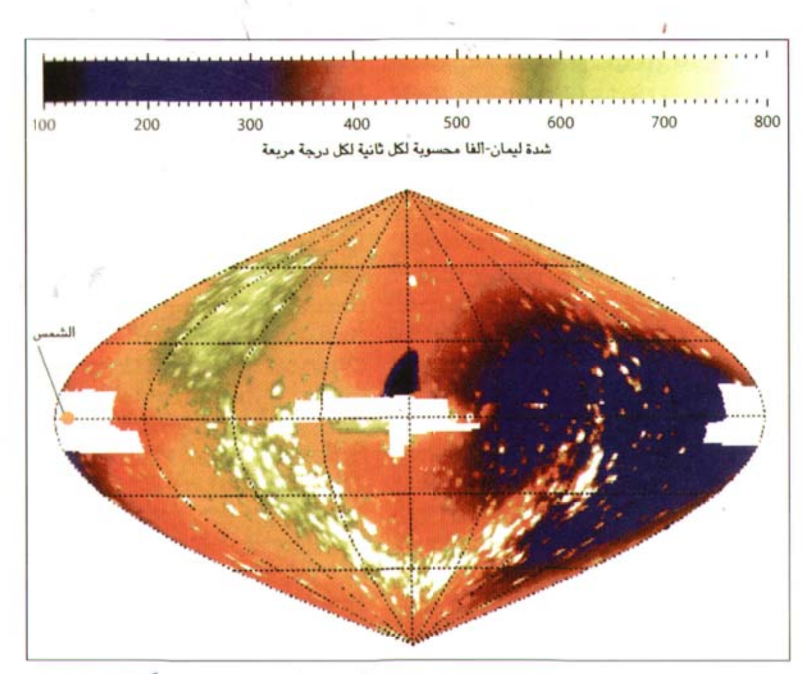
العَلاقَة بيْنَ دَرَجَةِ الحَرَارَةِ و الارْتِفاعِ فوقَ الطَّبَقَةُ الضَّوْئِيَّةُ

3) طَبَقَةُ الْجَوِّ الشَّمْسِيِّ :

تَعْلُو الطَّبَقَةُ الَّتِي يَتَشَكَّلُ فِيهَا طَيْفُ الامْتِصَاصِ الشَّمْسِيِّ، وَتَمْتَدُّ إِلَى مَسَافَةِ (5) مَلاَيِين كم. تَقِلُّ كَثَافَتُهَا شَيْئَاً فَشَيْئَاً مَعَ الارْتِفَاعِ؛ حَتَّى إِذَا مَا بَلَغَتِ الْغَازَ الْقَائِمَ فِي جَوٍّ مَا بَيْنَ الْكَوَاكِبِ وَالنُّجُومِ، كَانَتْ كَثَافَتُهَا مُسَاوِيَةً لِكَثَافَةِ غَازِ ذَلِكَ الْجَوِّ. وَتُقْسَمُ طَبَقَةُ الْجَوِّ الشَّمْسِيِّ إِلَى قِسْمَيْنِ :

أ) الطَّبَقَةُ الْمُلَوَّنَةُ **Chromospher** :

وَهِيَ الطَّبَقَةُ السُّفْلَى مِنْ جَوِّ الشَّمْسِ، وَتَعْلُو طَبَقَةَ طَيْفِ الامْتِصَاصِ الشَّمْسِيِّ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ غَازَاتٍ حَارَّةٍ مُتَوَهِّجَةٍ، يَتَرَاوَحُ سُمْكُهَا بَيْنَ (2000 - 5000)كم، وَتَظْهَرُ عِنْدَ حُدُوثِ الْكُسُوفِ الْكُلِّيِّ لِلشَّمْسِ عَلَى شَكْلِ هِلاَلٍ ضَوْئِيٍّ أَحْمَرَ فِي الْجَانِبِ الأَيْمَنِ من الشَّمْسِ، لاَ يَدُومُ ظُهُورُهُ أَكْثَرَ مِنْ ثَانِيَةٍ أَوْ ثَانِيَتَيْنِ. وَعِنْدَ نِهَايَةِ الْكُسُوفِ، تَتَكَرَّرُ رُؤْيَةُ الْهِلاَلِ الضَّوْئِيِّ الأَحْمَرِ، إِنَّمَا فِي الْجَانِبِ الأَيْسَرِ مِنَ الشَّمْسِ هَذِهِ الْمَرَّةَ، وَلِمُدَّةِ ثَانِيَةٍ أَوْ ثَانِيَتَيْنِ أَيْضَاً.



يَتوهَّجُ الهيدروجين البين نجمْي في الضَّوءِ فوقَ البَنفسجيِّ لخطِّ ليمان ـ ألفا الطَّيْفي بطولٍ موجيٍّ قدرهُ /1216/ أنغستروم، وتُصدر غيمةً غازيةً بَينَ نجميَّة في المَناطقَ المُنتشرة، كَما تُولِّد النُّجومُ الحارّة النِقاط السَّاطعَة. وتَرتَحل الشَّمسُ عَبْرَ الغَيمة بِسرعَةٍ قَدرُها 26 كم/ثا، كَما تُولد الرِّياحُ الشَّمسيَّة تَناظراً في الوَهْجِ المُنتشرِ للإشْعاعِ فَوقَ البَنفسجي.

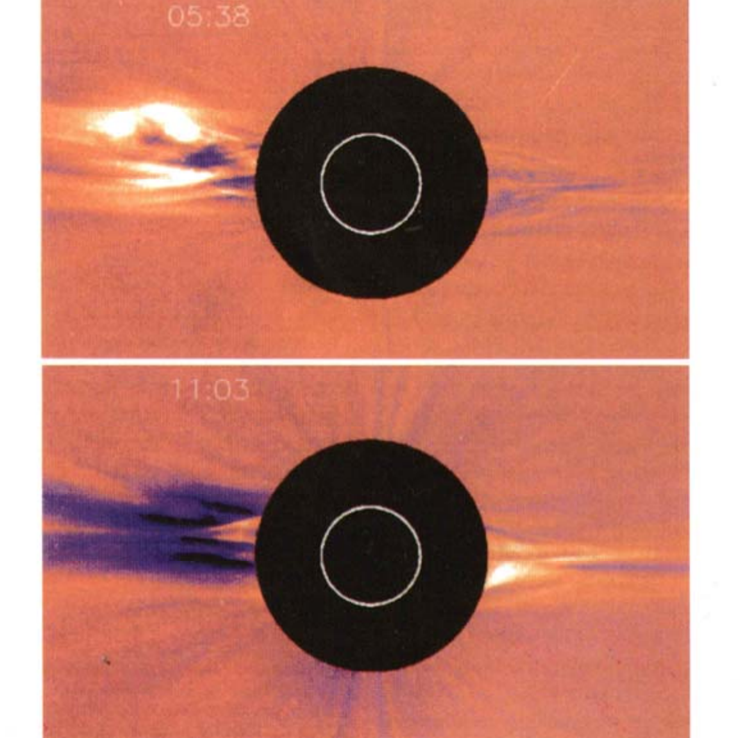
وَتَصِلُ حَرَارَةُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ إِلَى (20000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، أَيْ أَعْلَى بِأَكْثَرَ مِنْ ثَلَاثِ مَرَّاتٍ مِنْ حَرَارَةِ سَطْحِ الشَّمْسِ الضَّوْئِيِّ. كَمَا تَمْتَدُّ مِنْ سَطْحِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ أَلْسِنَةٌ غَازِيَّةٌ مُتَوَهِّجَةٌ لَا تَدُومُ عَلَى الْغَالِبِ أَكْثَرَ مِنْ عَشْرِ دَقَائِقَ، حَيْثُ يَحُلُّ مَكَانَهَا غَيْرُهَا. وَيَبْلُغُ ارْتِفَاعُ تِلْكَ الأَلْسِنَةِ بِاتِّجَاهِ الطَّبَقَةِ التَّاجِيَّةِ وَضِمْنَهَا إِلَى مَسَافَةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (3000 - 10000) كم، وَيَتَرَاوَحُ وَسَطِيُّ قُطْرِ تِلْكَ الأَلْسِنَةِ (100 - 10000) كم.

ب) الطَّبَقَةُ التَّاجِيَّةُ **Corona**:

وَهِيَ الطَّبَقَةُ الْعُلْيَا مِنْ جَوِّ الشَّمْسِ، وَآخِرُ طَبَقَةٍ مِنَ الطَّبَقَاتِ الْمُلْحَقَةِ بِالشَّمْسِ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ غَازَاتِ (الْحَدِيد) وَ(الْكَالسيوم) وَ(النِّيكل)؛ لِذَا تُدْعَى بِطَبَقَةِ (التَّاجِ الْحَدِيدِيِّ لِلشَّمْسِ) أَيْضاً.

وَهِيَ لَا تَظْهَرُ إِلَّا عِنْدَ حُدُوثِ كُسُوفٍ كُلِّيٍّ عَلَى شَكْلِ هَالَةٍ نُورِيَّةٍ مُحِيطَةٍ بِالشَّمْسِ، تَنْدَفِعُ مِنْهَا أَلْسِنَةٌ ضَخْمَةٌ مِنَ اللَّهَبِ الْمُتَوَهِّجِ، غَيْرُ مُتَسَاوِيَةٍ أَوْ مُتَنَاظِرَةٍ، وَتُرَى مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ وَكَأَنَّهَا تَمْتَدُّ إِلَى مَسَافَةٍ تُعَادِلُ (1/10) مَسَافَةَ مُحِيطِ قُرْصِ الشَّمْسِ الْمُظْلِمِ، إِلَّا أَنَّ الصُّوَرَ الْمُلْتَقَطَةَ مِنْ مَنَاطِيدَ ارْتَفَعَتْ إِلَى عُلُوٍّ (25 - 30)كم، بَيَّنَتْ أَنَّ طُولَ تِلْكَ الأَلْسِنَةِ الْمُتَوَهِّجَةِ يَبْلُغُ حَوَالَيْ (20) مِلْيونَ كم بَعِيداً عَنْ مُحِيطِ قُرْصِ الشَّمْسِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ أَكْثَرَ مِنْ (15) مَرَّةً قُطْرَ الشَّمْسِ.

وَالْوَاقِعُ أَنَّ نِهَايَةَ هَذِهِ الطَّبَقَةِ غَيْرُ مُحَدَّدَةٍ، إِذْ بَيَّنَتِ الدِّرَاسَاتُ وَالْقِيَاسَاتُ الَّتِي قَامَتْ بِهَا الأَقْمَارُ الصِّنَاعِيَّةُ وَالْمَرْكَبَاتُ الْفَضَائِيَّةُ أَنَّ كَمِيَّاتٍ ضَخْمَةً مِنَ الْغَازَاتِ الْمُتَأَيِّنَةِ[1]



قامَ أَحَدُ الرَّواسمِ الإكليليَّةِ المَحْمولَةِ عَلى مَتنِ المَركَبةِ الفَضائيَّةِ سوهو بتَسجيلِ مَقْذوفاتٍ إكْليليَّةٍ عَلى نِطاقٍ واسعٍ (اللَّونَ الأبيضَ) حَدثَ في الجِهتينِ الشَّرقيَّةِ والغَربيَّةِ مِنَ الشَّمسِ، وقَدْ جَرى هَذا التَّسجيلُ خِلالَ ساعاتٍ في يَومٍ واحدٍ، هَذا وإنَّ القُرْصَ الأسْوَدَ الحاجبَ يَعترِضُ سَبيلَ وَهْجِ الشَّمسِ التي يُمثلُ حَرفها المَرئي هُنا بالدائرة البَيْضاء.

(1) الْغَازَاتُ الْمُتَأَيِّنَةُ: هِيَ الْغَازَاتُ الَّتِي فَقَدَتْ ذَرَّاتُهَا مُعْظَمَ إِلِكْتْرُونَاتِهَا، أَوْ أَضَافَتْ إِلَى إِلِكْتْرُونَاتِهَا إِلِكْتْرُونَاتٍ جَدِيدَةً.

مِنْ تَأْثِيرِ جَاذِبِيَّةِ الشَّمْسِ، وَتَبْلُغُ مَجْمُوعَةَ الْكَوَاكِبِ الشَّمْسِيَّةِ عَلَى شَكْلِ رِيَاحٍ تُدْعَى (الرِّيَاحُ الشَّمْسِيَّةُ) لِتُؤَثِّرَ فِي جَوِّ تِلْكَ الْكَوَاكِبِ، وَمِنْهَا الأَرْضُ بِصُورَةٍ خَاصَّةٍ.

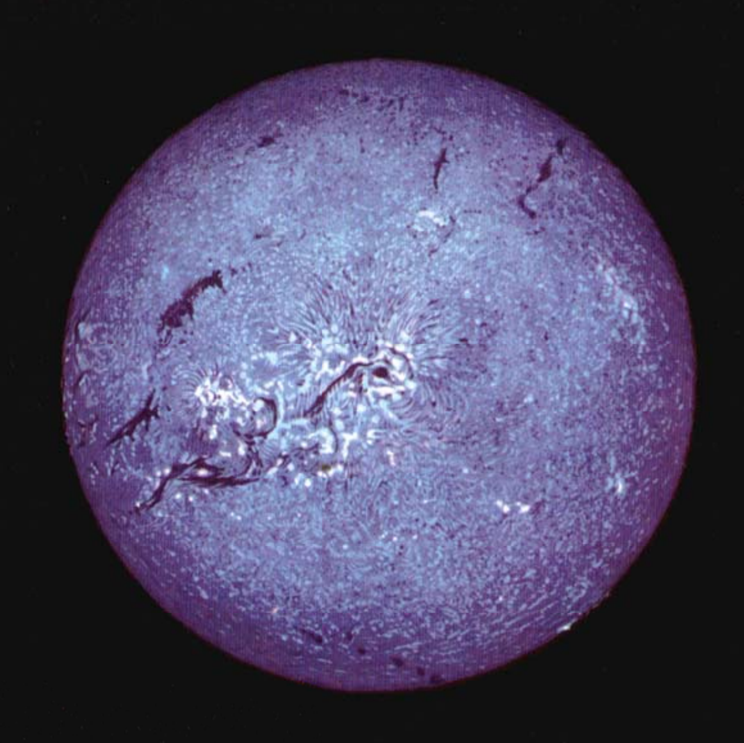
وَتُقَدَّرُ حَرَارَةُ الطَّبَقَةِ التَّاجِيَّةِ بِحَوَالَيْ مِلْيونِ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ. وَلاَ يُمْكِنُ للإِنْسَانِ أَنْ يَرَى هَاتَيْنِ الطَّبَقَتَيْنِ الأَخِيرَتَيْنِ، حَتَّى وَلَوْ اسْتَعْمَلَ الْمَرَاقِبَ الضَّخْمَةَ، وَلاَ بُدَّ مِنِ انْتِظَارِ حُدُوثِ كُسُوفٍ كُلِّيٍّ لِلشَّمْسِ حَتَّى يَتَمَكَّنَ مِنْ رُؤْيَتِهِمَا بِالْمَرَاقِبِ.

مَصْدَرُ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ

اعْتَقَدَ الْعُلَمَاءُ قَدِيماً بِأَنَّ الشَّمْسَ مُكَوَّنَةٌ مِنَ الْفَحْمِ أَوْ مِنْ مَادَّةٍ أُخْرَى تُشْبِهُ الْفَحْمَ، وَأَنَّ احْتِرَاقَهَا يَمُدُّ الشَّمْسَ بِالْحَرَارَةِ وَالنُّورِ. وَمَعَ تَقَدُّمِ الْعِلْمِ، بَدَا ذَلِكَ مُسْتَحِيلاً؛ إِذْ لَوْ كَانَ الأَمْرُ كَمَا تَقَدَّمَ، لَكَانَتِ الشَّمْسُ قَدِ اسْتَهْلَكَتْ وَقُودَهَا فِي قَرْنَيْنِ أَوْ ثَلاَثَةِ قُرُونٍ عَلَى أَبْعَدِ تَقْدِيرٍ، وَذَلِكَ عَلَى ضَوْءِ حِسَابِ كُتْلَةِ الشَّمْسِ الَّتِي تَمَّ التَّوَصُّلُ إِلَى مَعْرِفَتِهَا. وَمِنْ نَاحِيَةٍ أُخْرَى، فَإِنَّ احْتِرَاقَ الْفَحْمِ، وَمَا يُشْبِهُهُ، لاَ يُمْكِنُ أَنْ يُعْطِيَ الشَّمْسَ هَذَا الْمِقْدَارَ مِنَ الْحَرَارَةِ الْمُرْتَفِعَةِ وَالنُّورِ الْبَاهِرِ اللَّذَيْنِ تَمُدُّ بِهِمَا كَوَاكِبَ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ وَتَوَابِعَهَا وَمَا يَدُورُ فِي فَلَكِ الشَّمْسِ مِنْ أَجْرَامٍ أُخْرَى.

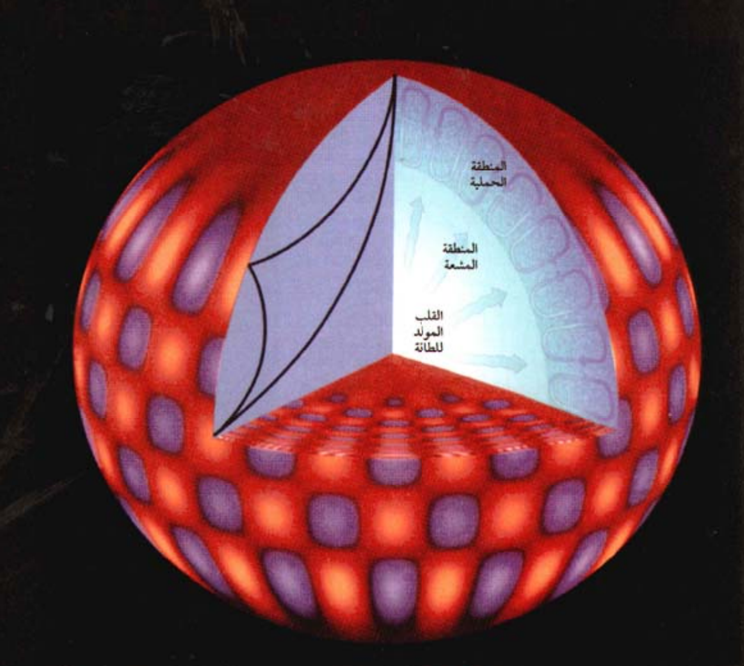
وَلَمَّا جَاءَ عَالِمُ الطَّبِيعَةِ الأَلْمَانِيُّ (هيرمان فون هالْم هولتز)، تَعَرَّضَ فِي سِيَاقِ بَحْثِهِ عَنْ مَنْشَأ الشَّمْسِ إِلَى أَمْرِ حَرَارَتِهَا وَنُورِهَا، وَرَأَى أَنَّ انْكِمَاشَ الشَّمْسِ بِفِعْلِ الْجَاذِبِيَّةِ الْمَرْكَزِيَّةِ الْقَائِمَةِ فِيهَا مُنْذُ أَنْ كَانَتْ سَحَابَةً سَدِيمِيَّةً، وَلَّدَ فِيهَا حَرَارَةً ظَلَّتْ تَزْدَادُ اسْتِعَاراً حَتَّى أَصْبَحَ لَهَا هَذَا النُّورُ الْخَاطِفُ، وَأَنَّ اسْتِمْرَارَ تِلْكَ الْحَرَارَةِ وَذَلِكَ النُّورِ، حَتَّى الْيَوْمِ، نَاتِجٌ عَنِ اسْتِمْرَارِ انْكِمَاشِهَا عَلَى نَفْسِهَا.

إِلاَّ أَنَّ الدِّرَاسَاتِ الْعِلْمِيَّةَ الْحَدِيثَةَ الَّتِي أَخَذَتْ بِفِكْرَةِ انْكِمَاشِ السَّدِيمِ وَتَحَوُّلِهِ إِلَى شَمْسٍ مُلْتَهِبَةٍ مُنِيرَةٍ، رَأَتْ أَنَّ اسْتِمْرَارَ ذَلِكَ الانْكِمَاشِ فِي جُرْمِ الشَّمْسِ، لِتُعْطِيَ مَا تُعْطِيهِ حَتَّى الْيَوْمِ مِنْ حَرَارَةٍ وَنُورٍ، كَمَا يَرَى (هالْم هولتز)، هُوَ أَمْرٌ غَيْرُ صَحِيحٍ؛ إِذْ لَوْ صَحَّ ذَلِكَ، لَوَجَبَ أَنْ يَكُونَ قُطْرُ الشَّمْسِ فِي يَوْمِنَا هَذَا فِي حُدُودِ كِيلُومِتْرَيْنِ فَقَطْ، لاَ (500 . 392 . 1 كم) كَمَا هُوَ عَلَيْهِ الْيَوْمَ.



رَأَى الْعُلَمَاءُ أَنَّ قُطْرَ الشَّمْسِ آخِذٌ فِي الازْدِيَادِ عَلَى مَدَى بَلاَيِينِ السِّنِينَ الْقَادِمَةِ، حَسْبَ أَدَقِّ الدِّرَاسَاتِ الْفَلَكِيَّةِ وَالرِّيَاضِيَّةِ.

وَإِذَا كَانَ الْعِلْمُ قَدْ قَبِلَ حَدِيثاً، كَمَا أَشَرْنَا، فِكْرَةَ بِدَايَةِ نُشُوءِ حَرَارَةِ الشَّمْسِ وَنُورِهَا عَنْ طَرِيقِ التَّثَاقُلِ، أَيْ بِفِعْلِ الضَّغْطِ الَّذِي تَعَرَّضَ لَهُ بَاطِنُهَا بِسَبَبِ انْكِمَاشِهَا عَلَى نَفْسِهَا، فَإِنَّ ذَلِكَ الانْكِمَاشَ انْتَهَى وَتَوَقَّفَ فِي الشَّمْسِ فِي مَرْحَلَةٍ قَدِيمَةٍ جِدّاً مِنْ مَرَاحِلِ تَشَكُّلِهَا، وَذَلِكَ حِينَ وَصَلَتِ الشَّمْسُ إِلَى تَوَازُنٍ بَيْنَ قُوَّةِ الضَّغْطِ الْخَارِجِيِّ النَّاجِمِ عَنِ الانْكِمَاشِ وَقُوَّةِ الضَّغْطِ الْبَاطِنِيِّ الَّذِي نَشَأَ كَرَدِّ فِعْلٍ لاشْتِدَادِ الضَّغْطِ عَلَيْهَا، وَبِسَبَبِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ لِلشَّمْسِ حَوْلَ نَفْسِهَا، الَّتِي أَعْطَتْهَا قُوَّةً نَابِذَةً مَرْكَزِيَّةً.



تَقومُ الأمواجُ الصَّوتيَّةُ المُمَثَّلةُ هُنا بِخُطوطٍ سوداءَ داخلَ المقطعِ المبتورِ بالطَّنينِ في كُلِّ مكانٍ مِنَ الشَّمسِ. ويُولِّدُ هذهِ الأمواجَ غازٌ ساخنٌ يتحركُ باضطرابٍ داخلَ منطقةِ الحَمْلِ الواقعةِ فوقَ المنطقةِ المُشعَّةِ وقلبِ الشَّمسِ. وفيما تَسيرُ الأمواجُ الصَّوتيَّةُ نحوَ مركزِ الشَّمسِ فإنَّها تكتسبُ سُرعةً وتَنكسرُ نحوَ الخلفِ باتِّجاهِ الخارجِ. وفي الوقتِ نفسِهِ يَعكسُ سطحُ الشَّمسِ الأمواجَ التي تَسيرُ نحوَ الخارجِ ويُعيدُها إلى الداخلِ، وهكذا ينبضُ النَّجمُ كُلُّهُ، حيثُ تَنبضُ مناطقُ (البُقعُ الحمراء) نحوَ الدَّاخلِ وأُخرى (البُقعُ الزَّرقاء) نحوَ الخارجِ.

وَلَمَّا جَاءَ الْعَالِمُ (آينشتاين) بِنَظَرِيَّتِهِ النِّسْبِيَّةِ الْخَاصَّةِ، الَّتِي أَثْبَتَ بِهَا تَحَوُّلَ الْكُتْلَةِ إِلَى طَاقَةٍ، فُتِحَتْ أَمَامَ الْعُلَمَاءِ آفَاقٌ جَدِيدَةٌ، أَطَلُّوا مِنْهَا عَلَى الشَّمْسِ. وَفِي مُقَدِّمَةِ هَؤُلَاءِ الْعُلَمَاءِ (هانز بيته) الَّذِي قَامَ فِي عَامِ 1938م بِدِرَاسَةِ الشَّمْسِ، وَتَوَصَّلَ إِلَى أَنَّ مَصْدَرَ حَرَارَةِ الشَّمْسِ وَنُورِهَا هُوَ حُدُوثُ تَفَاعُلَاتٍ نَوَوِيَّةٍ دَاخِلَ جُرْمِ الشَّمْسِ، تُؤَدِّي إِلَى دَمْجِ (4) نُوَيَّاتٍ مِنَ (الْهيدروجين)، أَيْ (4) بروتونات، مُكَوِّنَةً نَوَاةً وَاحِدَةً مِنْ غَازِ (الْهليوم)، وَبِمَا أَنَّ كُتْلَةَ نَوَاةِ غَازِ (الْهليوم) هِيَ أَصْغَرُ مِنَ الْكُتْلَةِ الَّتِي أَلَّفَتْهَا نُوَيَّاتُ غَازِ (الْهيدروجين) الأَرْبَعَةُ بِمِقْدَارِ (0.007)، فَإِنَّ هَذِهِ الْكُتْلَةَ الْفَائِضَةَ تَتَحَوَّلُ إِلَى طَاقَةٍ مِنَ الْحَرَارَةِ وَالنُّورِ، تُطْلِقُهُمَا الشَّمْسُ نَحْوَ الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا وَبِمَجْمُوعَتِهَا الشَّمْسِيَّةِ.

وَمِنْ غَرِيبِ الْمُصَادَفَةِ أَنْ يَنْتَهِيَ الْعَالِمُ (فايساكر) فِي عَامِ 1938م، عَنْ طَرِيقِ دِرَاسَاتِهِ الْخَاصَّةِ لِلتَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ فِي الشَّمْسِ، إِلَى نَفْسِ النَّتِيجَةِ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا الْعَالِمُ (هانز بيته). كَمَا قَامَ كُلٌّ مِنَ الْعَالِمَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ بِحِسَابِ مِقْدَارِ كَامِلِ الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ النَّوَوِيَّةِ الْمُنْطَلِقَةِ مِنْ كُتْلَةِ الشَّمْسِ، مُعْتَمِدَيْنِ عَلَى الْقَانُونِ الرَّابِعِ مِنَ النَّظَرِيَّةِ النِّسْبِيَّةِ، وَقَارَنَا مَا تَوَصَّلَا إِلَيْهِ عَنْ طَرِيقِ الْحِسَابِ الرِّيَاضِيِّ مَعَ مَا يَصِلُ فِعْلاً مِنْ حَرَارَةِ وَضَوْءِ الشَّمْسِ إِلَى الأَرْضِ، فَوَجَدَا تَطَابُقاً تَامّاً بَيْنَهُمَا؛ الأَمْرُ الَّذِي أَكَّدَ صِحَّةَ دِرَاسَتَيْهِمَا، وَإِثْبَاتَ الْقَانُونِ الَّذِي تَوَصَّلَ إِلَيْهِ كُلٌّ مِنْهُمَا بِصُورَةٍ مُنْفَرِدَةٍ حَوْلَ ذَلِكَ الأَمْرِ.

مَظَاهِرُ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِي الشَّمْسِ

إِنَّ التَّفَاعُلَ النَّوَوِيَّ **Nuclear reaction** الَّذِي يَحْدُثُ فِي الشَّمْسِ، يَنْتُجُ عَنْ دَمْجٍ لِلذَّرَّاتِ؛ لِذَا فَهُوَ مُخْتَلِفٌ عَنِ التَّفَاعُلِ النَّوَوِي الَّذِي يُجْرِيهِ الإِنْسَانُ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ، وَالَّذِي يَنْتُجُ عَنْ تَفْكِيكِ الذَّرَّاتِ.

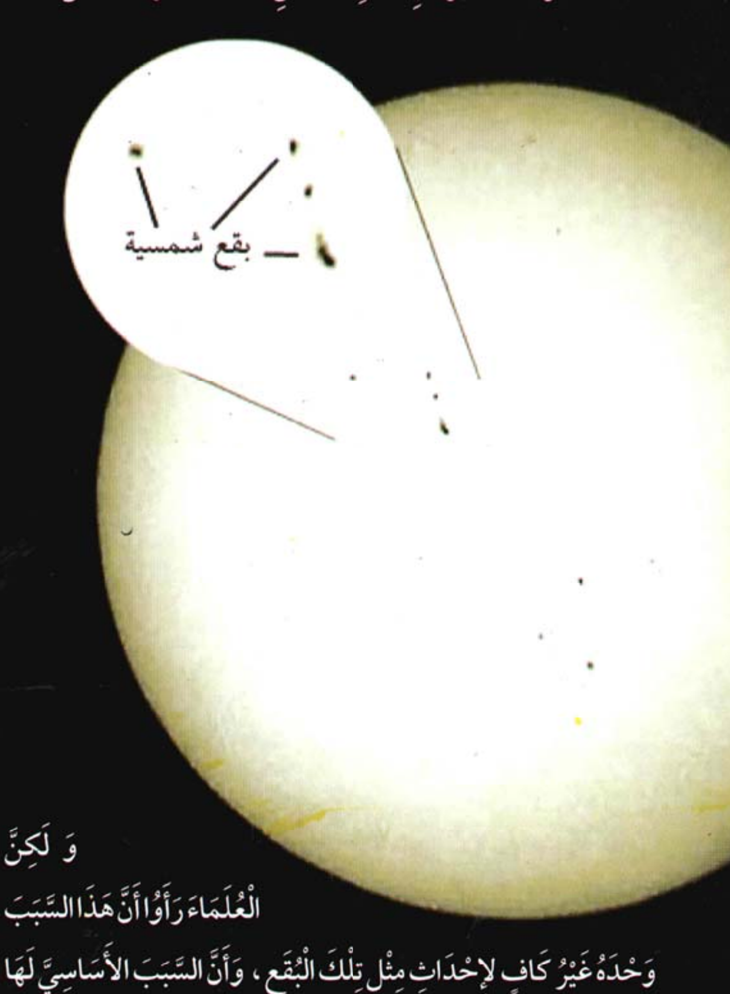
وَيَعْكِسُ التَّفَاعُلُ النَّوَوِيُّ الْمُسْتَمِرُّ فِي الشَّمْسِ مَشَاهِدَ مُخْتَلِفَةً عَلَى سَطْحِهَا، لَا تُرَى وَاضِحَةً إِلَّا بِالْمَرَاقِبِ، يُسْتَثْنَى مِنْ ذَلِكَ الْبُقَعُ أَوِ الْكُلَفُ الشَّمْسِيَّةُ الَّتِي يُمْكِنُ أَنْ تُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ مِنْ خَلْفِ مُرَشِّحٍ ضَوْئِيٍّ، كَالزُّجَاجِ الْقَاتِمِ، عِنْدَمَا يَكُونُ الْجَوُّ صَافِياً، وَبِدُونِ مُرَشِّحٍ لِلضَّوْءِ عِنْدَمَا يَكُونُ الْجَوُّ مُغْبَرّاً، فَيَبْدُو قُرْصُ الشَّمْسِ لِلْعَيْنِ بَاهِتاً. وَأَفْضَلُ فَتْرَةٍ لِرَصْدِ الشَّمْسِ، كَيْ نَرَى مَظَاهِرَ التَّفَاعُلِ النَّوَوِي فِيهَا، هِيَ فَتْرَةُ هِيَاجِ تِلْكَ التَّفَاعُلَاتِ الَّتِي تَحْدُثُ مَرَّةً كُلَّ (11) سَنَةً، حَسْبَ مَا جَاءَ فِي عَمَلِيَّاتِ الرَّصْدِ الَّتِي تَمَّتْ خِلَالَ (209) أَعْوَامٍ، وَذَلِكَ فِيمَا بَيْنَ عَامَي (1760 - 1969)م. إِنَّمَا لُوحِظَ حُدُوثُ دَوْرَاتٍ شَاذَّةٍ قَصِيرَةٍ لَمْ تَزِدْ مُدَّتُهَا عَلَى (7) سَنَوَاتٍ، وَحُدُوثُ دَوْرَاتٍ شَاذَّةٍ طَوِيلَةٍ؛ إِذْ لَمْ يَحْدُثْ هِيَاجٌ

لِلتَّفاعُلاتِ إلاَّ بَعْدَ مُرُورِ (17) سَنَةً عَلَى فَتْرَةِ الْهِيَاجِ السَّابِقَةِ فِي الشَّمْسِ.

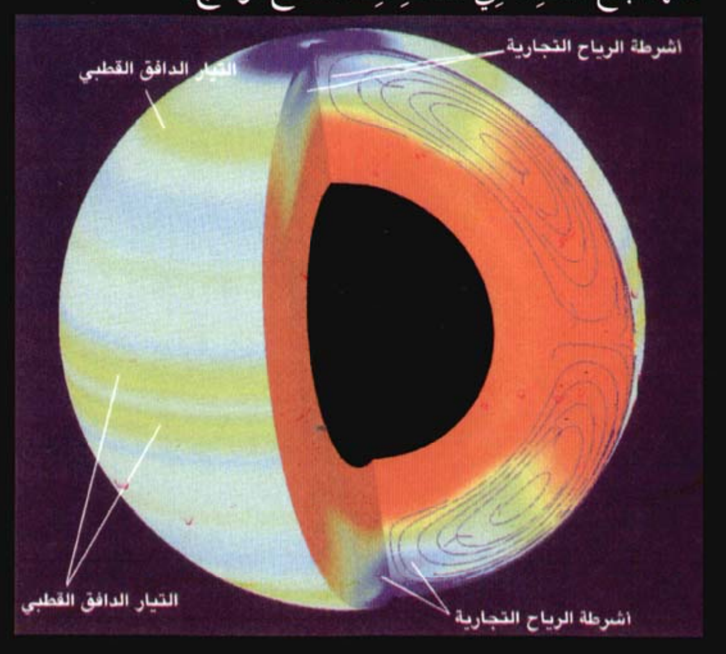
وَيُؤَدِّي هِيَاجُ التَّفَاعُلِ ذَاكَ إِلَى نُمُوِّ وَشِدَّةِ الأَحْدَاثِ الَّتِي تُرَافِقُهُ، وَالَّتِي تَتَّضِحُ لَنَا فِي خَمْسَةِ مَظَاهِرَ أَسَاسِيَّةٍ، هِيَ:

(1) الْكُلَفُ أَوِ الْبُقَعُ الشَّمْسِيَّةُ **Sunspots**:

وَقَدْ دُعِيَتْ بِذَلِكَ لأَنَّهَا تَبْدُو لِلرَّاصِدِ كَالْبُقَعِ الْمُظْلِمَةِ عَلَى صَفْحَةِ الشَّمْسِ الْمُشْرِقَةِ، أَوْ كَأَنَّهَا الْكَلَفُ الْقَاتِمُ فِي صَفَاءِ الْوَجْهِ الأَبْيَضِ. وَقَدْ عُزِيَ تَشَكُّلُهَا فِي الْبِدَايَةِ إِلَى الدَّوَّامَاتِ الْغَازِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ بِسَبَبِ اخْتِلافِ سُرْعَةِ دَوَرَانِهَا الْمِحْوَرِيِّ، وَانْزِلاقِ الْغَازَاتِ مِنْ مِنْطَقَةِ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، حَيْثُ السُّرْعَةُ الأَكْبَرُ، بِاتِّجَاهِ الْقُطْبَيْنِ حَيْثُ السُّرْعَةُ الأَقَلُّ.

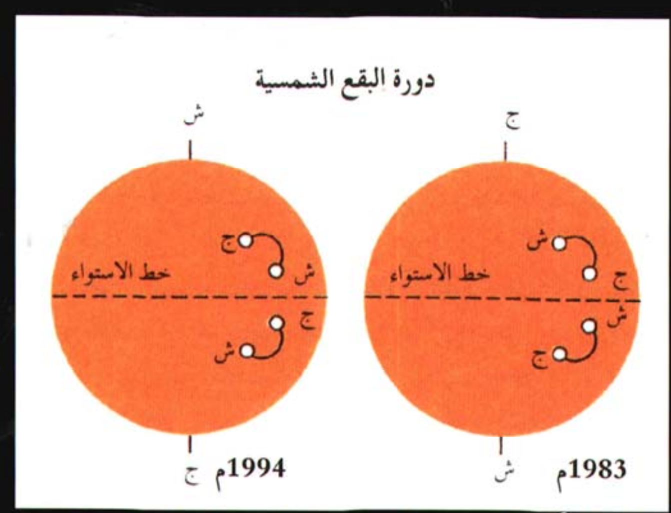


وَ لَكِنَّ الْعُلَمَاءَ رَأَوْا أَنَّ هَذَا السَّبَبَ وَحْدَهُ غَيْرُ كَافٍ لإِحْدَاثِ مِثْلِ تِلْكَ الْبُقَعِ، وَأَنَّ السَّبَبَ الأَسَاسِيَّ لَهَا هُوَ نَشَاطُ التَّفَاعُلاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَتِمُّ فِي الشَّمْسِ، وَالَّذِي تَنْتُجُ عَنْهُ حُقُولٌ مَغْنَاطِيسِيَّةٌ هَائِلَةٌ، تَجْعَلُ حَرَارَةَ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي تُسَيْطِرُ عَلَيْهَا أَخْفَضَ مِمَّا يُجَاوِرُهَا بِحَوَالَيْ (2000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى إِضْعَافِ نُورِهَا وَبَرِيقِهَا، بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ سَطْحِ الشَّمْسِ الْمُحِيطِ بِهَا، وَالَّذِي تَكُونُ حَرَارَتُهُ فِي حُدُودِ (6000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، فَتَبْدُو كَأَنَّهَا الْبُقَعُ الْمُظْلِمَةُ فِي صَفْحَةِ ذَلِكَ السَّطْحِ الْوَهَّاجِ.

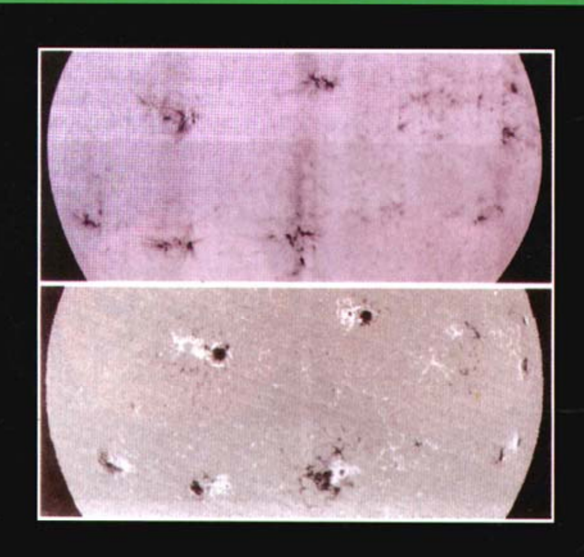


يُمْكِنُ رَصدُ الأحوالِ الجويَّةِ عَلى الشَّمسِ بالنَظرِ إلى الجَرياناتِ الدَّاخليَّة الواسعة النِّطاقِ المقيسةِ بالآلةِ MDI المَحْمولةِ عَلَى مَتنِ سَفينةِ الفَضاءِ (سوهو) مِنَ الشَّهرِ 5/1996 إلى الشَّهرِ 5/1997 وتُشيرُ المَناطِقُ الحَمْراءُ إلى جَرياناتٍ أسْرَعَ مِنْ مُتوسِّطِ سُرْعَةِ الجَرياناتِ، أمَّا المَناطِقُ الصَّفْراء فَجَرَيانُها أبْطأُ مِنَ المُعدَّلِ، وَأمَّا المَناطِقُ الزَّرقاءِ فأبْطأُ جداً، وَالأشْرِطةُ الصَّفراء مُتجذِّرةٌ في أعْماقِ البِقاعِ الّتي تَتحرَّكُ بحركةٍ أسْرَعَ قَليلاً مِنْ سُرْعَةِ ما يُجاوِرُها؛ البُقَعُ الشَّمسيَّةُ هِيَ أكثرُ ما تَتَكوَّنُ في حافاتِ هَذهِ البِقاعِ. وَتظهرُ الجَرياناتُ المُتَّجهة نَحْوَ القطبينِ على شَكلِ خُطوطٍ داخِلَ المَقْطعِ المُجتزأ. هَذا وإنَّ «التيَّاراتِ الدَّافِقَةَ» المُكتشفةَ حَديثاً تَتحرَّكُ بِسرعةٍ تَتجاوزُ 10% سُرعَة ما يُجاوِرُها.

وَالْوَاقِعُ أَنَّهَا لَيْسَتْ بُقَعاً مُظْلِمَةً كَمَا نَرَاهَا، وَإِنَّمَا نُورُ سَطْحِ الشَّمْسِ الْمُبْهِرُ أَظْهَرَهَا هَكَذَا؛ وَلَوْ أَنَّهُ كَانَ مِنَ الْمُمْكِنِ عَزْلُهَا عَنْ ذَلِكَ السَّطْحِ، وَوَضْعُهَا مُنْفَرِدَةً فِي السَّمَاءِ، لَصَدَرَ عَنْهَا بَرِيقٌ يَفُوقُ نُورَ الْبَدْرِ بِمِئَاتِ الْمَرَّاتِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ عَنْ طَرِيقِ الرَّصْدِ بِالْمِرْقَبِ أَنَّ لِكُلِّ بُقْعَةٍ مُظْلِمَةٍ إِطَارٌ يُحِيطُ بِهَا،



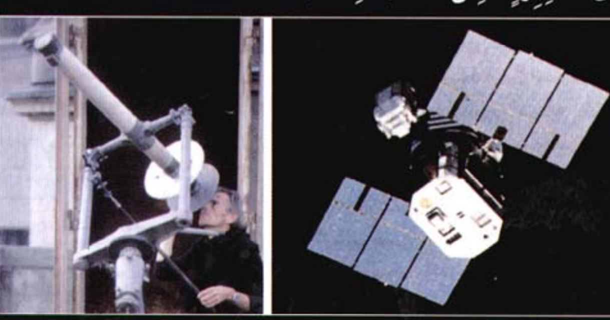
يَزدادُ عَددُ البَقعِ الشَّمسيَّةِ خِلالَ دَورةِ البُقعِ الشَّمسيَّةِ الَّتي تَحدثُ بِمُعدَّلِ مَرَّة واحِدَة كُلَّ 11 سَنةً ثُمَّ يَتَناقصُ بَعدَ ذَلكَ. وعِندَما تَبدأُ الدَّورةُ التاليَّةُ تَنعكِسُ المَجالاتُ المِغناطيسيَّةُ لِلشَّمسِ ولِلبقعِ الشَّمسيَّةِ. لِذلكَ فَإنَّ الشَّمسَ تَحتاجُ إلى دَورتين (حوالي 22 سنة) لإكمالِ التَغيُّراتِ في المَجالاتِ المِغْناطيسيَّةِ.



تحْتَجز خُطوطُ الحَقلِ المِغناطيسي دَفقات هائِلَة مِنْ غازٍ ساخِنٍ ومؤين في الجَوِّ الشَّمسي، أو الإكليل الشَّمْسي، وهِيَ تَظْهرُ كَخُطوطٍ مُظلمَةٍ في الصُّورِ الفوتوغرافيَّةِ للشَّمسِ المَأخوذِ بالضَّوءِ فوقَ البَنَفسجي القَصيرِ المَوْجَة (الأعلى) وتَبرُزُ أكْبرَ الدفقات من مَناطقِ الكُلَف الشَّمسيَّة. وتُبينُ صورةٌ مغناطيسيَّةٌ لِلشَّمسِ أُخذتْ في نَفسِ الوَقتِ الحُقولَ المِغناطيسيَّة الشَّديدَة المُرافِقَة للدفقات (في الأسفل)، وتُمثل المَناطِقَ المُظْلِمةُ والمُضيئَة قُطْبَيْنِ مِغْناطيسيَّيْنِ مُتَعاكِسَيْنِ، وتَحدُث أقْوى الحُقولِ في المَناطِقِ الثُّنائيَّةِ القُطبِ النَشطةِ.

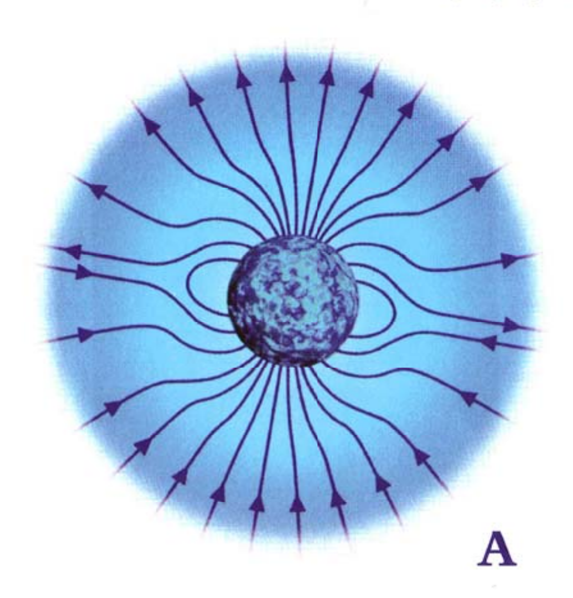
وَتُحاوِلُ تَيَّارَاتُ الْحِمْلاَنِ الْحَارَّةُ الصَّاعِدَةُ مِنْ بَاطِنِ الشَّمْسِ أَنْ تَقْضِيَ عَلَى الطَّاقَةِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ لِلْبُقْعَةِ، وَأَنْ تُعِيدَ لَهَا حَرَارَتَهَا وَنُورَهَا السَّابِقَيْنِ، لَوْلاَ أَنَّ كِبَرَ حَجْمِ وَرُقْعَةِ تِلْكَ الْبُقَعِ يَحُولُ دُونَ ذَلِكَ، وَبِخَاصَّةٍ عِنْدَمَا يَصِلُ اتِّسَاعُ سَطْحِ الْكُلْفَةِ الْوَاحِدَةِ إِلَى (800)كم2، وَأَحْيَاناً إِلَى (8000)كم2، وَفِي حَالاَتٍ خَاصَّةٍ إِلَى (15000)كم2؛ إِذْ تَكُونُ الطَّاقَةُ الْمَغْنَاطِيسِيَّةُ فِيهَا كَبِيرَةً وَقَوِيَّةً لِدَرَجَةٍ تَسْتَطِيعُ مَعَهَا أَنْ تُبْعِدَ عَنْهَا مَسَارَ تِلْكَ التَيَّارَاتِ الْحَامِلَةِ لِلْجُزَيْئَاتِ الْمَشْحُونَةِ بِالْكَهْرَبَاءِ وَالْحَرَارَةِ، لِذَا نَجِدُ أَنَّ مِثْلَ تِلْكَ الْكُلَفِ يَدُومُ أَسَابِيعَ، وَقَدْ يَدُومُ لِمُدَّةِ شَهْرٍ أَوْ شَهْرَيْنِ، ثُمَّ لاَ يَلْبَثُ أَنْ يَتَشَكَّلَ فِي مَكَانِهَا، أَوْ فِي مَكَانٍ آخَرَ، كُلَفٌ جَدِيدَةٌ تَحُلُّ مَحَلَّ الْكُلَفِ الَّتِي اخْتَفَتْ.

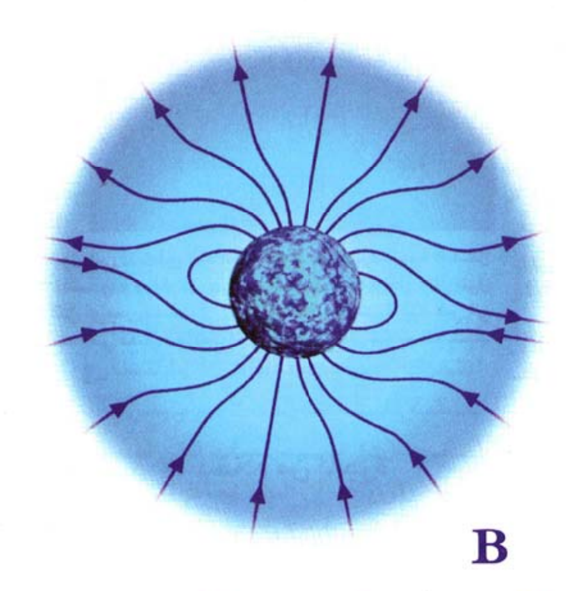
أَمَّا الْكُلَفُ الصَّغِيرَةُ فَلاَ تَلْبَثُ أَنْ تَخْتَفِيَ بَعْدَ سَاعَاتٍ أَوْ أَيَّامٍ قَلاَئِلَ، لِوُقُوعِهَا تَحْتَ سَيْطَرَةِ تَيَّارَاتِ الْحِمْلاَنِ الْحَارَّةِ الَّتِي تَنْفَذُ إِلَيْهَا، مُكْتَسِحَةً طَاقَتَهَا الْمَغْنَاطِيسِيَّةَ، وَمُعِيدَةً إِلَيْهَا حَرَارَتَهَا وَنُورَهَا السَّابِقَيْنِ، مُفْسِحَةً الْمَجَالَ أَمَامَ تَشَكُّلِ كُلَفٍ أُخْرَى صَغِيرَةٍ تَحِلُّ مَحَلَّهَا فِيمَا بَعْدُ.



يَزْدادُ تَعقيدُ المَقاريبِ الشَّمسيَّةِ عَلى نَحوٍ مُطردٍ، فَفي الخَمسينيات مِنَ القَرْنِ التَّاسع عَشَر أجرى (وولف) أولَ قياساتٍ مَنهجيةٍ لِدَوْرة الكلف الشَّمسيةِ ثَمانينياتِ القَرنِ العِشرينَ أنْجز القَمَر الصناعي SMM (اليمين) قِياساتٍ دَقيقَةٍ بالأرضِ وتَحطم في 2/ كانون الأول عام 1989م، حَيثُ اختَل مَداره بِسبَب تَمدُّد الطَّبقَة العُلْيا مِن جو الأرْضِ نَتيجَةَ السويات العالِيةِ مِنَ النَشاطِ الشَّمسيِّ الذي كانَ القَمرُ يُراقِبهُ.

وَمَعَ خِفَّةِ الْهِيَاجِ الشَّمْسِيِّ عَامَاً بَعْدَ عَام، يَخِفُّ تَشَكُّلُ الْبُقَعِ الشَّمْسِيَّةِ. وَعِنْدَمَا تَصِلُ الشَّمْسُ إِلَى مَرْحَلَةِ الْهُدُوءِ النِّسْبِيِّ، تَخْتَفِي الْكُلَفُ مِنْ وَجْهِ الشَّمْسِ، أَوْ تَكَادُ، وَيَعُودُ لَهُ صَفَاؤُهُ وَنَقَاؤُهُ.



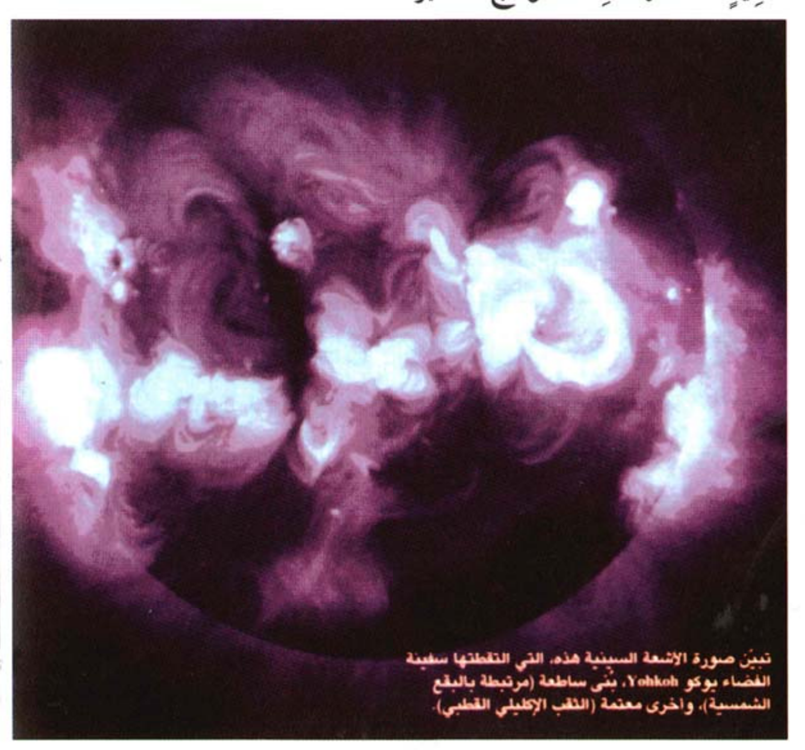


كانَ الحَقْلُ المِغناطيسيُّ لِلشَّمسِ، الذي تَوقَّعهُ العُلماءُ قبل أوليس (A) يُفترَضُ أنَّ خُطوطُ القُوَّةِ فيهِ تَتكاثَفُ فَوقَ القطبين الشَّمالي والجَّنوبي لِلشَّمسِ ولَكنَّ القِياساتِ التي حَصلَ عَليها مِنَ المَركَبة (سوهو) خِلالَ مِلاحَتِها كَشفتْ أنَّ المَسافاتِ بَينَ خُطوطِ الحَقلِ المِغْناطيسي المُتَتالية مُتَساويةٌ تَقْريباً بِغَضِّ النَّظرِ عَن خَطِّ العَرضِ الشَّمسي (B).

وَيَنْحَصِرُ تَشَكُّلُ الْكُلَفِ الشَّمْسِيَّةِ فِيمَا بَيْنَ خَطِّ الاِسْتِوَاءِ الشَّمْسِيِّ وَدَرَجَةِ عَرْضٍ (40°) شَمَالاً وَجَنُوباً فِيهَا، حَيْثُ تَكُونُ الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ لِهَذَا الْجُزْءِ مِنْ جُرْمِ الشَّمْسِ الْغَازِيِّ عَلَى أَشُدِّهَا كَمَا رَأَيْنَا. كَمَا تُوَلِّدُ الْكُلَفُ أَزْوَاجاً، إِذْ يُلاَحَظُ دَائِمَاً أَنَّهُ يُوجَدُ خَلْفَ كُلِّ كُلْفَةٍ كَبِيرَةٍ كُلْفَةٌ صَغِيرَةٌ.

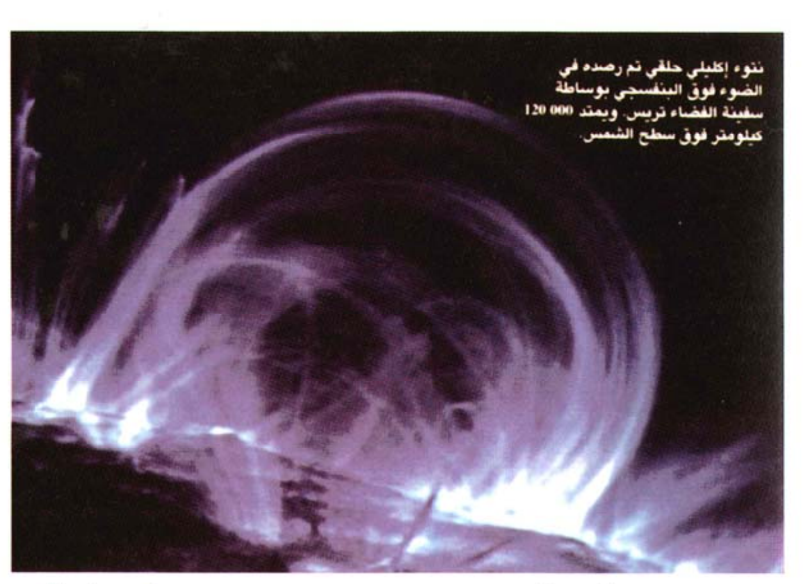
(2) الرُّقَعُ الْمُتَوَهِّجَةُ Solar flaers :

تُظْهِرُ الْمَرَاقِبُ، وَالصُّوَرُ الْمُلْتَقَطَةُ، بِوَسَاطَتِهَا، لِلطَّبَقَةِ الْمُضِيئَةِ فِي الشَّمْسِ، وُجُودَ رُقَعٍ مُتَوَهِّجَةٍ تُرَافِقُ الْبُقَعَ الشَّمْسِيَّةَ، وَأَنَّ عَدَدَهَا يَزْدَادُ، وَرُقْعَتَهَا تَتَّسِعُ فِي فَتْرَةِ هِيَاجِ الشَّمْسِ وَنَشَاطِ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِيهَا. وَتَظَلُّ تِلْكَ الرُّقَعُ الْمُتَوَهِّجَةُ مَرْئِيَّةً لِعِدَّةِ أَسَابِيعَ بَعْدَ اخْتِفَاءِ الْبُقَعِ الَّتِي كَانَتْ تُجَاوِرُهَا، ثُمَّ لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَخْتَفِيَ مَعَ تَنَاقُصِ أَوِ اخْتِفَاءِ الْبُقَعِ الشَّمْسِيَّةِ. وَقَدْ بَيَّنَتِ الدِّرَاسَاتُ أَنَّهَا مَنَاطِقُ خَضَعَتْ لِتَسَخُّنٍ شَدِيدٍ، مَنَحَهَا ذَلِكَ التَّوَهُّجَ الْمُمَيَّزَ.



تبيِّنَ صورة الأشعة السينية هذه، التي التقطتها سفينة الفضاء يوكو Yohkoh، بُنى ساطعة (مرتبطة بالبقع الشمسية)، واخرى معتمة (الثقب الإكليلي القطبي).

(3) أَلْسِنَةُ اللَّهَبِ وَالأَقْوَاسِ النَّارِيَّةِ Loop prominence :



نتوء إكليلي حلقي تم رصده في الضوء فوق البنفسجي بوساطة سفينة الفضاء تريس. ويمتد 120 000 كيلومتر فوق سطح الشمس.

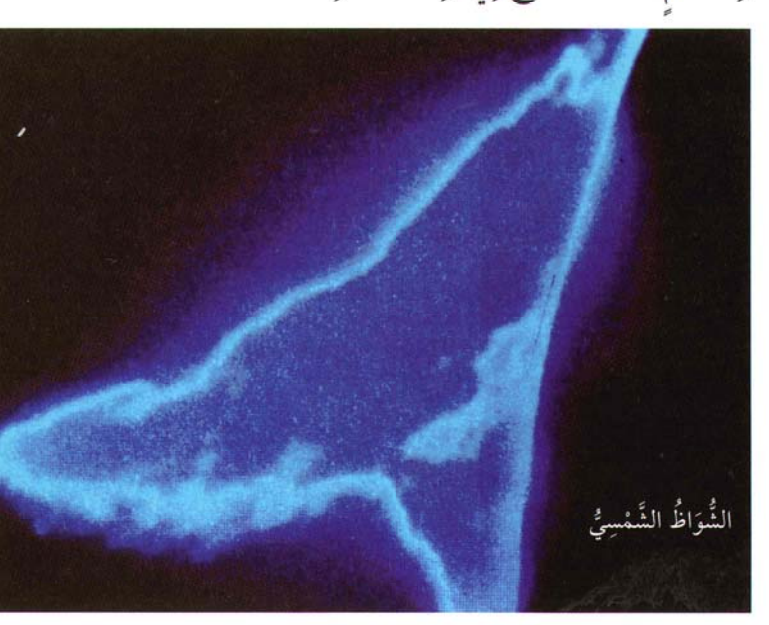
سَطْحُ الشَّمْسِ دَائِمُ الاِضْطِرَابِ وَالصَخَبِ، إِنَّمَا يُلاَحَظُ أَنَّ ذَلِكَ الاِضْطِرَابَ يَزْدَادُ وَيَشْتَدُّ خِلاَلَ فَتْرَةِ الْهِيَاجِ الشَّمْسِيِّ. وَمِنْ أَهَمِّ مَظَاهِرِ الاِضْطِرَابِ الشَّدِيدِ انْدِفَاعُ أَلْسِنَةٍ مِنَ اللَّهَبِ، قَاعِدَةُ كُلٍّ مِنْهَا تَزِيدُ مِسَاحَتُهُ عَلَى عِدَّةِ مَلاَيِينِ الْكِيلُومِتْرَاتِ الْمُرَبَّعَةِ. وَتَبْلُغُ تِلْكَ الأَلْسِنَةُ ارْتِفَاعَاتٍ كَبِيرَةً، إِذْ يَتَجَاوَزُ بَعْضُهَا مَسَافَةَ (350) أَلْفَ كم. كَمَا أَنَّ انْدِفَاعَهَا يَكُونُ خَاطِفاً، إِذْ تَبْلُغُ الاِرْتِفَاعَ الَّذِي ذَكَرْنَاهُ فِي مُدَّةٍ لاَ تَزِيدُ عَلَى (30) دَقِيقَةً، وَمَا أَنْ تَتَلاَشَى، حَتَّى يَظْهَرَ غَيْرُهَا.

وَقَدْ تَنْطَلِقُ تِلْكَ الأَلْسِنَةُ عَلَى شَكْلِ فَوَّارَاتٍ عَمُودِيَّةٍ مِنَ اللَّهَبِ، بَيْنَمَا يَتَّخِذُ بَعْضُهَا شَكْلَ أَقْوَاسٍ نَارِيَّةٍ. وَتَكُونُ بَعْضُ الأَقْوَاسِ مِنَ الطُّولِ وَالضَّخَامَةِ إِلَى دَرَجَةٍ تَنْعَطِفُ مَعَهَا بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الشَّمْسِ، حَيْثُ تَتَّصِلُ بِهِ مُؤَلِّفَةً قَنْطَرَةً مَهِيبَةً رَائِعَةً. وَقَدْ حَدَثَ مِثْلُ هَذَا الأَمْرِ مَرَّةً فِي (29) أَيَّارَ عَامَ 1919م، حَيْثُ امْتَدَّ قَوْسٌ نَارِيٌّ مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ، وَأَخَذَ يَسْتَطِيلُ وَيَقْتَرِبُ عِنْدَ نِهَايَتِهِ مِنْ ذَلِكَ السَّطْحِ؛ وَقَدْ بَلَغَ طُولُهُ يَوْمَهَا (565000)كم، مُتَّخِذاً شَكْلَ الْحَيَوَانِ الْمُسَمَّى (آكِلُ النَّمْلِ)، لِذَا أُطْلِقَ عَلَيْهِ اسْمُ (قَوْسُ آكِلِ النَّمْلِ). ثُمَّ مَا لَبِثَ أَنِ ارْتَدَّ عَنْ سَطْحِ الشَّمْسِ مُنْدَفِعاً نَحْوَ الْفَضَاءِ، وَظَلَّ يَسْتَطِيلُ فِي انْدِفَاعِهِ حَتَّى بَلَغَ ارْتِفَاعُهُ عَنْ سَطْحِ الشَّمْسِ (785000)كم.

(4) الشُّوَاظُ الشَّمْسِيُّ **Prominence**:

وَهُوَ أَحَدُ مَظَاهِرِ الْهِيَاجِ الشَّمْسِيِّ الْمُرْتَبِطِ بِحُقُولٍ مَغْنَاطِيسِيَّةٍ قَائِمَةٍ فِي مَنَاطِقَ مَحْدُودَةٍ مِنَ الطَّبَقَتَيْنِ الْمُلَوَّنَةِ وَالْمُضِيئَةِ مِنْ طَبَقَاتِ الشَّمْسِ.

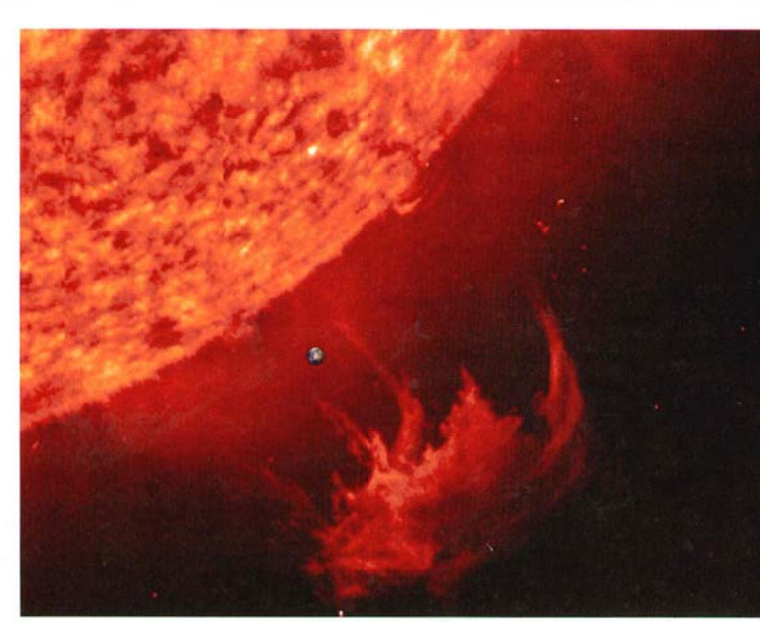
وَيَبْدُو ذَلِكَ الشُّوَاظُ عَلَى شَكْلِ كُتَلٍ غَازِيَّةٍ مُضِيئَةٍ، تُلاَحَظُ فِي الطَّبَقَةِ التَّاجِيَّةِ مِنَ الشَّمْسِ، وَقَدْ قُذِفَتْ بَعِيداً عَنْهَا إِلَى مَسَافَةٍ تَزِيدُ أَحْيَاناً عَلَى (500) أَلْفِ كم، لِيَتَبَدَّدَ بَعْضُهَا فِي الْفَضَاءِ، بَيْنَمَا يَرْتَدُّ بَعْضُهَا الآخَرُ إِلَى سَطْحِ الشَّمْسِ عَلَى شَكْلِ هَمَرَاتٍ أَوْ كُتَلٍ مِنَ الْوَهَجِ. وَيُلاَحَظُ أَنَّ قِسْماً مِنَ الشُّوَاظِ يَظَلُّ مَرْئِيّاً فِي الْفَضَاءِ حَوْلَ الشَّمْسِ لِمُدَّةِ عِدَّةِ سَاعَاتٍ، وَأَحْيَاناً يَدُومُ عِدَّةَ أَيَّامٍ، وَكَأَنَّهُ يَسْبَحُ فِي ذَلِكَ الْفَضَاءِ.



الشُّوَاظُ الشَّمْسِيُّ

(5) الشُّعْلاَتُ **Faculaes**:

وَهِيَ تُلاَحَظُ فِي الطَّبَقَةِ التَّاجِيَّةِ مِنَ الشَّمْسِ أَيْضاً، وَتَكُونُ عَلَى شَكْلِ كُتَلٍ غَازِيَّةٍ مُضِيئَةٍ تُقْذَفُ بَعِيداً عَنِ الشَّمْسِ؛ وَلأَنَّهَا أَقَلُّ حَرَارَةً مِنَ الشُّوَاظِ، فَإِنَّهَا تَبْدُو خَافِتَةَ الضَّوْءِ بِالْمُقَارَنَةِ مَعَهُ، حَتَّى لَتَبْدُو إِذَا مَا لاَزَمَتْهُ أَحْيَاناً كَأَنَّهَا أَجْزَاءٌ مُظْلِمَةٌ تَنْدَفِعُ بِجِوَارِهِ.

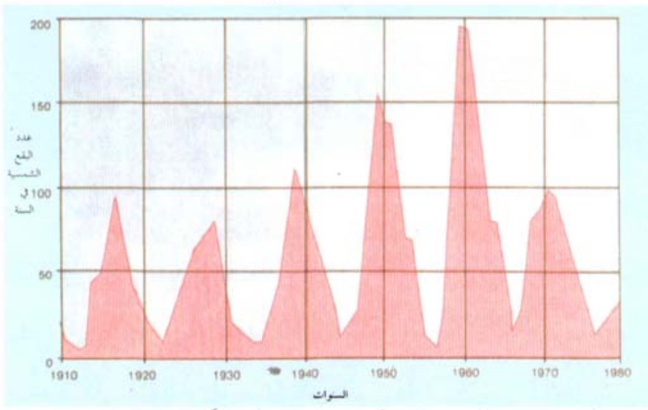


حَجْمُ الشُّعْلاَتُ مُقَارَنَةً بِحَجْمِ الأَرْضِ.

آثَارُ فَتَرَاتِ الْهِيَاجِ الشَّمْسِيِّ فِي الأَرْضِ

يَرَى عَدَدٌ مِنَ الْعُلَمَاءِ الْمُهْتَمِّينَ بِدِرَاسَةِ الشَّمْسِ أَنَّ هُنَاكَ عَلاَقَةً بَيْنَ فَتَرَاتِ هِيَاجِ الشَّمْسِ وَبَيْنَ الاضْطِرَابَاتِ الَّتِي تَنْتَابُ الأَرْضَ وَجَوَّهَا، وَحَتَّى الإِنْسَانَ الَّذِي يَعِيشُ عَلَيْهَا. فَفِي الْفَتْرَاتِ الَّتِي بَلَغَ الْهِيَاجُ الشَّمْسِيُّ أَوْجَهُ، وَالَّتِي اتَّفَقَتْ مَعَ السَّنَوَاتِ التَّالِيَةِ: (1778 – 1788 – 1804 – 1816 – 1830 – 1837 – 1848 – 1860 – 1871 – 1883 – 1894 – 1905 – 1917 – 1928 – 1937 – 1940 – 1948 – 1952 – 1958)م، اتَّفَقَ حُدُوثُ ثَوْرَاتٍ كَبِيرَةٍ فِي الْعَالَمِ، فِي أَوْقَاتٍ قَرِيبَةٍ مِنْ تِلْكَ النِّهَايَاتِ، كَالثَّوْرَةِ الأَمِيرِكِيَّةِ، وَالثَّوْرَةِ الْفَرَنْسِيَّةِ، وَالثَّوْرَةِ الرُّوسِيَّةِ، وَالثَّوْرَةِ النَّازِيَّةِ، وَالثَّوْرَةِ الْمِصْرِيَّةِ، وَالثَّوْرَةِ الْعِرَاقِيَّةِ، وَالثَّوْرَةِ الْبَاكِسْتَانِيَّةِ، وَالثَّوْرَةِ السُّودَانِيَّةِ.

وَيَرَى الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (جورج جامو)، كَمَا يَرَى عَدَدٌ آخَرُ مِنْ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ وَالطِّبِّ الْفَرَنْسِيِّينَ، بِنَتِيجَةِ مُلاَحَظَاتِهِم الطَّوِيلَةِ، أَنَّ لِذَلِكَ الْهِيَاجِ تَأْثِيراً عَلَى أَعْصَابِ الْبَشَرِ وَأَجْسَادِهِمْ بِصُورَةٍ عَامَّةٍ، وَعَلَى الْمَرْضَى الْمُصَابِينَ بِمَرَضِ الأَعْصَابِ وَالرَّبْوِ وَالْعِظَامِ وَالرُّومَاتِيزْمِ بِشَكْلٍ خَاصٍّ. وَيَرَوْنَ أَنَّ سِرَّ ذَلِكَ يَكْمُنُ فِيمَا يُرَافِقُ هِيَاجَ الشَّمْسِ مِنْ إِشْعَاعَاتٍ تَبْعَثُ بِهَا بِاتِّجَاهِ كَوَاكِبِهَا، وَمِنْهَا الأَرْضُ، وَالَّتِي يَصِلُ بَعْضُهَا خِلاَلَ دَقَائِقَ إِلَيْنَا، قَاطِعاً الْمَسَافَةَ بَيْنَ الشَّمْسِ وَالأَرْضِ بِسُرْعَةِ الضَّوْءِ، أَيْ بِسُرْعَةِ (300.000)كم فِي الثَّانِيَةِ، بَيْنَمَا لاَ يَصِلُ بَعْضُهَا الآخَرُ إِلاَّ فِي غُضُونِ سَاعَاتٍ أَوْ أَيَّامٍ.

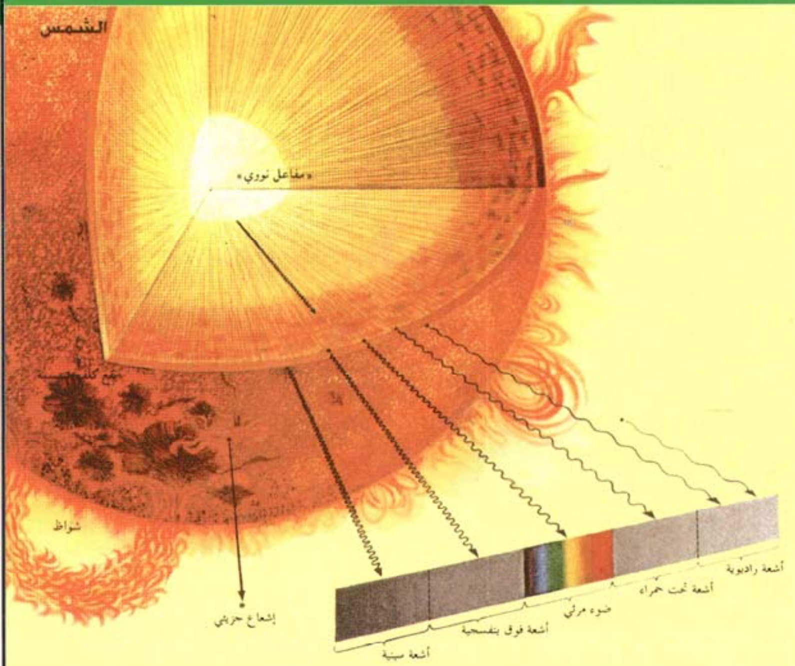


مُنحنى بَياني يُوضِح العَلاقَة بَين عَدد البُقَع الشَّمسيَّة والسَنَوات.

وَتَضُمُّ الإِشْعَاعَاتُ السَّرِيعَةُ الضَّوْءَ الْمَرْئِيَّ، وَالأَشِعَّةَ الْبَنَفْسَجِيَّةَ وَفَوْقَ الْبَنَفْسَجِيَّةِ، وَأَشِعَّةً سينية، وَالأَشِعَّةَ فَوْقَ الْحَمْرَاءِ، وَالأَشِعَّةَ الرَّادْيُويَّةَ. أَمَّا الإِشْعَاعَاتُ ذَاتُ السُّرْعَةِ الأَبْطَأِ فَتَتَأَلَّفُ مِنْ سُحُبٍ غَازِيَّةٍ شَمْسِيَّةٍ مَشْحُونَةٍ بِالْكَهْرَبَاءِ.

وَيُجْمِعُ الْعُلَمَاءُ عَلَى أَنَّ أَحْدَاثاً طَبِيعِيَّةً كَثِيرَةً يَزْدَادُ حُدُوثُهَا، كَمَا تَزْدَادُ فَاعِلِيَّتُهَا خِلاَلَ سِنِي الْهِيَاجِ الشَّمْسِيِّ، مِن ذَلِكَ: ازْدِيَادُ الشَّفَقِ الْقُطْبِيِّ، وَاتِّسَاعُ رُقْعَةِ ظُهُورِهِ، وَاضْطِرَابُ الطَّبَقَةِ الْمُتَأَيِّنَةِ الْمُحِيطَةِ بِالْغِلاَفِ الْجَوِّيِّ الأَرْضِيِّ، وَالَّتِي تَعْكِسُ مَوْجَاتِ الْبَثِّ الإِذَاعِيِّ مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى انْقِطَاعِ الْبَثِّ أَوْ تَشَوُّشِهِ، وَتَغَيُّرُ شِدَّةِ التَّيَّارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ الْمُحِيطَةِ بِالأَرْضِ، وَازْدِيَادُ الإِشْعَاعِ الشَّمْسِيِّ مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى زِيَادَةِ تَكَهْرُبِ السُّحُبِ الغَازِيَّةِ فِي جَوِّ الأَرْضِ.

وَقَدْ قَامَ الدُّكْتُور مُحَمَّدٌ عَلِيُّ الْمَغْرِبِيِّ، أُسْتَاذُ الْفَلَكِ وَمُدِيرُ مَرْصَدِ (حَلْوَانَ) فِي مِصْرَ، بِإِحْصَاءِ أَكْثَرَ مِنْ (100)



حَادِثَةٍ طَبِيعِيَّةٍ، ضَمَّنَهَا كِتَابَهُ (الْكَلَفُ الشَّمْسِيُّ)، خَرَجَتْ عَنْ نِطَاقِ الْوَضْعِ الْمَأْلُوفِ عِنْدَمَا اتَّفَقَ حُدُوثُهَا مَعَ فَتْرَةِ هِيَاجِ الشَّمْسِ الَّذِي حَدَثَ خِلاَلَ أَعْوَام (1946 – 1949)م؛ وَكَانَ مِنْ بَيْنِهَا: ازْدِيَادُ الزَّلاَزِلِ الْمُدَمِّرَةِ، وَالثَّوْرَاتِ الْبُرْكَانِيَّةِ الْمُتَلاَحِقَةِ، وَالْعَوَاصِفِ الْكَاسِحَةِ، وَالْفَيَضَانَاتِ الْجَارِفَةِ، وَهُطُولُ أَمْطَارٍ فِي غَيْرِ أَوَانِهَا، وَحُدُوثُ جَفَافٍ فِي مَنَاطِقَ رَطْبَةٍ، وَظُهُورُ رُطُوبَةٍ زَائِدَةٍ فِي مَنَاطِقَ جَافَّةٍ، إِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الأَحْدَاثِ الْمُثِيرَةِ لِلانْتِبَاهِ، وَالدَّاعِيَةِ لِلاسْتِغْرَابِ.

الإِشْعَاعُ الشَّمْسِيّ Solar radiation

تُعَدُّ الشَّمْسُ فُرْناً نَوَوِياً طَبِيعِيّاً هَائِلاً، يَشُعُّ الْحَرَارَةَ وَالنُّورَ لِيَغْمُرَ بِهِمَا كَوَاكِبَ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ وَتَوَابِعَهَا، وَمَا يَدُورُ فِي فَلَكِ الشَّمْسِ مِنْ مُذَنَّبَاتٍ وَكُوَيْكِبَاتٍ، بِدَرَجَاتٍ مُتَفَاوِتَةِ الشِّدَّةِ وَالضَّعْفِ، حَسْبَ قُرْبِ كُلِّ جُرْمٍ مِنْ تِلْكَ الأَجْرَامِ مِنَ الشَّمْسِ أَوْ بُعْدِهِ عَنْهَا.

وَيُقْسَمُ إِشْعَاعُ الشَّمْسِ إِلَى ثَلاَثَةِ أَقْسَامٍ هِيَ:

(1) الأَشِعَّةُ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ Infrared:

وَهِيَ أَشِعَّةٌ حَرَارِيَّةٌ، تُعَادِلُ نِسْبَتُهَا (53 %) مِنْ مُجْمَلِ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ.

(2) الأَشِعَّةُ الْكَهْرَطِيسِيَّةُ Electromagnatism:

وَتَتَكَوَّنُ مِنَ الضَّوْءِ الْمَرْئِيِّ، وَالضَّوْءِ أَوْ الأَشِعَّةِ الْبَنَفْسَجِيَّةِ، وَالضَّوْءِ أَوْ الأَشِعَّةِ فَوْقَ الْبَنَفْسَجِيَّةِ، وَمِنَ الأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ، وَأَشِعَّةِ (غاما)، وَالأَشِعَّةِ فَوْقَ الْحَمْرَاءِ، وَالْمَوْجَاتِ الرَّادْيَوِيَّةِ. وَكُلُّهَا تَنْطَلِقُ مِنَ الشَّمْسِ بِسُرْعَةِ الضَّوْءِ، أَيْ بِسُرْعَةِ (300) أَلْفَ كِيلُومِتْرٍ فِي الثَّانِيَةِ، قَاطِعَةً الْمَسَافَةَ بَيْنَ الشَّمْسِ وَالأَرْضِ خِلاَلَ (8) دَقَائِقَ. وَيُشَكِّلُ مُجْمَلُ هَذِهِ الأَنْوَاعِ ذَاتِ الإِشْعَاعِ الضَّوْئِيِّ (38 %) مِنْ كَامِلِ إِشْعَاعِ الشَّمْسِ.

وَلَمَّا كَانَ اللَّوْنُ الأَزْرَقُ أَكْثَرَ الأَلْوَانِ تَشَتُّتاً فِي الْغِلاَفِ الْجَوِّيِّ الأَرْضِيِّ، كَانَ لَوْنُ هَذَا الْغِلاَفِ أَزْرَقَ. أَمَّا الأَشِعَّةُ الْبَنَفْسَجِيَّةُ وَالأَشِعَّةُ فَوْقَ الْبَنَفْسَجِيَّةِ فَتُشَكِّلُ (9 %) مِنْ مُجْمَلِ إِشْعَاعِ الشَّمْسِ.

وَتَمْتَصُّ طَبَقَةُ (الأوزونِ) الْمَوْجُودَةُ فِي أَعَالِي طَبَقَاتِ جَوِّ الأَرْضِ مُعْظَمَ الأَشِعَّةِ الْبَنَفْسَجِيَّةِ وَفَوْقَ الْبَنَفْسَجِيَّةِ الْقَاتِلَتَيْنِ. وَلاَ يَصِلُ إِلَى سَطْحِ الأَرْضِ مِنْهُمَا إِلاَّ الْقَدْرُ الْيَسِيرُ الَّذِي تَحْتَاجُ إِلَيْهِ الأَجْسَامُ الْحَيَّةُ وَالضَّرُورِيُّ لِنُمُوِّهَا وَاسْتِمْرَارِ حَيَاتِهَا.

(3) إِشْعَاعَاتٌ مُكَهْرَبَةٌ Particle radiants:

وَتَتَأَلَّفُ مِنْ جُزَيْئَاتٍ تَحْمِلُ شُحْنَاتٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ، وَتَكُونُ عَلَى شَكْلِ سُحُبٍ غَازِيَّةٍ مَشْحُونَةٍ بِالْكَهْرَبَاءِ، تَنْطَلِقُ مِنَ الشَّمْسِ بِاتِّجَاهِ الْكَوَاكِبِ، وَمِنْهَا كَوْكَبُنَا، بِسُرْعَةٍ تَقِلُّ عَنْ سُرْعَةِ الضَّوْءِ؛ لِذَا فَإِنَّ بَعْضَهَا لاَ يَصِلُ إِلَى جَوِّ الأَرْضِ إِلاَّ بَعْدَ مُرُورِ عِدَّةِ سَاعَاتٍ، بَيْنَمَا يَحْتَاجُ بَعْضُهَا الآخَرُ إِلَى عِدَّةِ أَيَّامٍ كَيْ يَصِلَ. وَقَدْ قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ مِقْدَارَ مَا يَصِلُ إِلَى سَطْحِ الأَرْضِ مِنَ الأَشِعَّةِ الْكَهْرَطِيسِيَّةِ وَالأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ بِجُزْءٍ وَاحِدٍ مِنْ مِلْيُونِ جُزْءٍ مِمَّا تُطْلِقُهُ الشَّمْسُ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا مِنْهُمَا، أَمَّا الْبَاقِي فَيَتَبَدَّدُ فِي ذَلِكَ الْفَضَاءِ الْقَائِمِ بَيْنَ الشَّمْسِ وَكَوَاكِبِهَا.

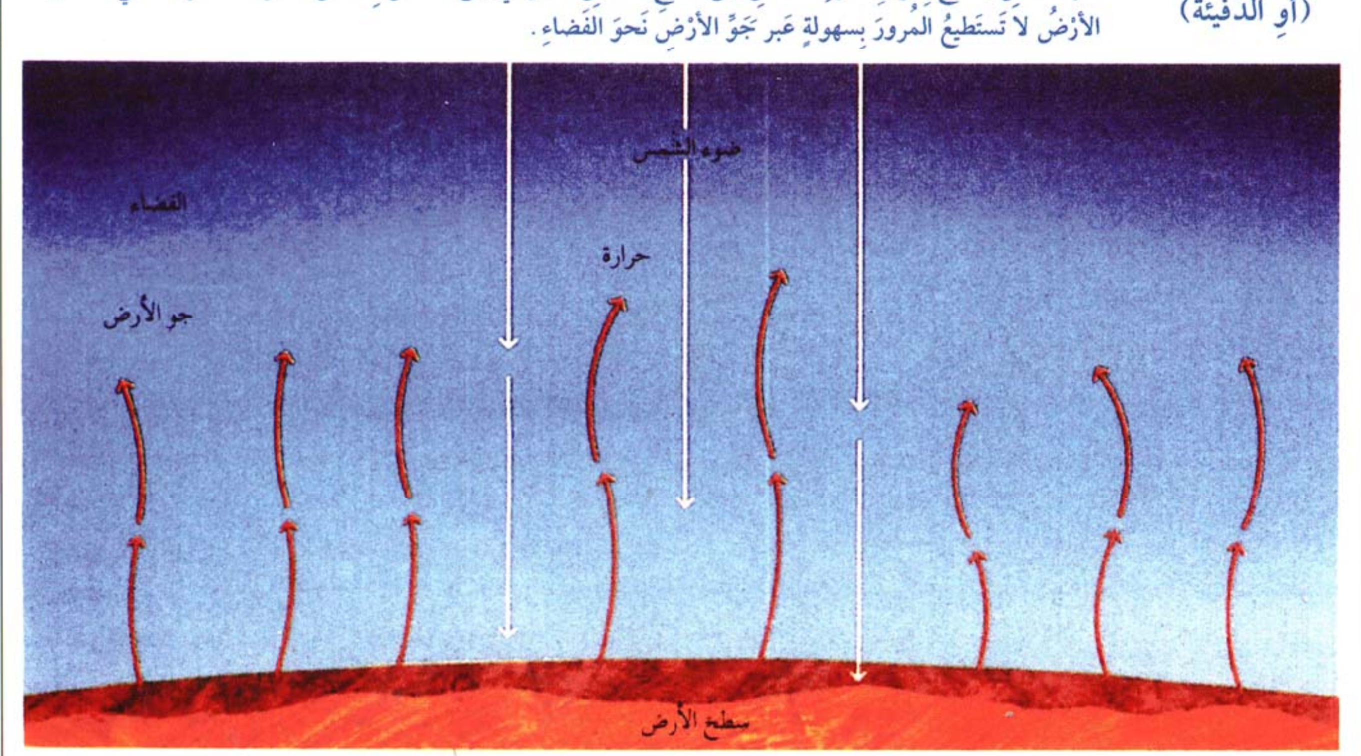
أَثَرُ الأَشِعَّةِ الْحَرَارِيَّةِ (الأشعة تَحْتَ الْحَمْرَاءِ) فِي الأَرْضِ

تُعَدُّ هَذِهِ الأَشِعَّةُ أَهَمَّ أَشِعَّةٍ مِنْ بَيْنِ الإِشْعَاعَاتِ الَّتِي تُطْلِقُهَا الشَّمْسُ؛ إِذْ إِنَّهَا ذَاتُ تَأْثِيرٍ أَسَاسِيٍّ بَعِيدِ الْمَدَى فِي الإِنْسَانِ وَالْحَيَوَانِ وَالنَّبَاتِ، وَمَا يَجْرِي فِي الْجَوِّ مِنْ تَقَلُّبَاتٍ تَمَسُّ حَرَارَتَهُ وَرُطُوبَتَهُ وَضَغْطَهُ. وَيُقَدِّرُ الْعَالِمُ (فارنْجتون دانيلز)، صَاحِبُ كِتَابِ (الْبُحُوثُ فِي الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ)، أَنَّ مَا يَسْقُطُ عَلَى مَا مِسَاحَتُهُ (500)كم2 مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ يُعَادِلُ وَسَطِيّاً كِيلُوسعْرٍ فِي الدَّقِيقَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ الْحَرَارَةَ الَّتِي يُوَلِّدُهَا عُودُ الثِّقَابِ الْمُشْتَعِلُ. وَقَدْ تَبْدُو هَذِهِ الْكَمِيَّةُ مِنَ الْحَرَارَةِ ضَئِيلَةً، إِلاَّ أَنَّنَا إِذَا أَخَذْنَا مَا مِسَاحَتُهُ (1000)م2 مِنَ الأَرْضِ، وَجَدْنَا أَنَّ مَا يُصِيبُهَا مِنَ الْحَرَارَةِ يُعَادِلُ فِي طَاقَتِهِ مِلْيُونَ كِيلُو وَاتٍ فِي الْيَوْمِ، وَلاَ يَزِيدُ مِقْدَارُ الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ الشَّمْسِيَّةِ الَّتِي تَصِلُ إِلَى سَطْحِ الأَرْضِ عَلَى جُزْءٍ وَاحِدٍ مِنْ (2000) مِلْيُونِ جُزْءٍ حَرَارِيٍّ قُدِّرَ بِـ (4) مَلاَيِينِ طن.

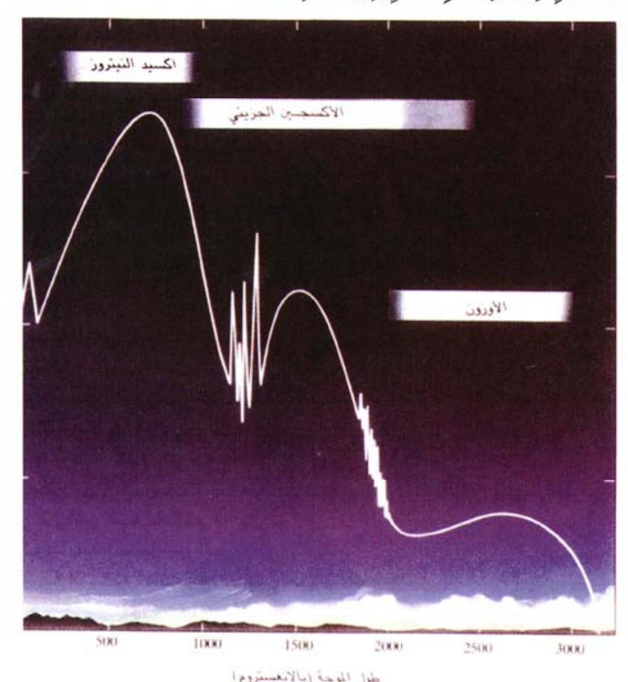
وَيُقَدَّرُ مَا يُصِيبُ الْكِيلُومِتْرَ الْمُرَبَّعَ الْوَاحِدَ مِن سَطْحِ الأَرْضِ مِنَ الطَّاقَةِ الَّتِي تَحْمِلُهَا الأَشِعَّةُ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ إِلَيْهِ بِـ (1.8) مِلْيون حِصَانٍ. وَهِيَ طَاقَةٌ حَرَارِيَّةٌ تَفُوقُ فِي قُدْرَتِهَا وَضَخَامَتِهَا قُدْرَةَ كُلِّ مَصَادِرِ الْوَقُودِ الَّتِي عَرَفَهَا الإِنْسَانُ، بَدْءاً مِنَ الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ وَالنِّفْطِ وَانْتِهَاءً بِالطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ. وَذَلِكَ عِنْدَمَا نَأْخُذُ بِعَيْنِ الاعْتِبَارِ جُمْلَةَ الطَّاقَةِ الَّتِي يَسْتَقْبِلُهَا سَطْحُ الأَرْضِ مِنَ الشَّمْسِ دَفْعَةً وَاحِدَةً. وَتِلْكَ الطَّاقَةُ لاَ تَظَلُّ عَلَى دَرَجَةٍ وَاحِدَةٍ مِنَ الْقُوَّةِ، وَإِنَّمَا تَزْدَادُ فِي حَالَةِ حُدُوثِ ثَوْرَاتٍ فِي الشَّمْسِ، وَالَّتِي تَؤُدِّي إِلَى زِيَادَةِ قُوَّةِ عَوَاصِفِهَا الْكَهْرَطِيسِيَّةِ، حَتَّى إِنَّهَا تَبْلُغُ مِقْدَارَ (8) آلاَفِ مِثْلٍ مِنَ الْقُوَّةِ الْكَهْرَطِيسِيَّةِ الْقَائِمَةِ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَاءِ الأَرْضِ. وَقَدْ حَسَبَ الْعُلَمَاءُ مِقْدَارَ مَا فَقَدَتْهُ الشَّمْسُ مُنْذُ بِدَايَةِ تَشَكُّلِهَا،

تَأْثِيرُ البَيت المَحْمي Green House (أو الدّفيئة)

يَحصلُ جَوّ الأرْض عَلى الطّاقةِ مِنَ الشّمسِ عَلى غِرارِ ما يَفعلُهُ البَيتُ المَحْميُّ، إذْ يَسمحُ البَيتُ المَحْميُّ بِدُخولِ ضَوءِ الشّمسِ إلى النّباتاتِ، ولَكنَّهُ في الوَقْتِ نَفسه يَحولُ دونَ خُروجِ كَميةٍ كَبيرَةٍ مِنَ الحَرارَةِ إلى الخارِجِ. وبطَريقَةٍ مُماثلةٍ فَإنَّ جَوَّ الأرْضِ يَسمحُ بِمرورِ ضَوءِ الشّمسِ إلى سَطحِ الأرْضِ، ويُؤدّي إلى تَسخينِ الأرْض، غَيرَ أنَّ الحَرارَةَ الّتي تَكتسبُها الأرْضُ لاَ تَستَطيعُ المُرورَ بِسهولةٍ عَبر جَوِّ الأرْضِ نَحوَ الفَضاءِ.



أَيْ مُنْذُ (4600) مِلْيونِ عَام، وَحَتَّى الآنَ، مِنْ طَاقَتِهَا، لاَ يَزِيدُ عَلَى جُزْءٍ مِنْ مِلْيونِ جُزْءٍ مِنْ كُتْلَتِهَا.



يَتغيَّرُ عُمقُ اخْتِراقِ الإشْعاعِ الشَّمسي لِجَوِّ الأرضِ تَبْعاً للطُّولِ المَوْجي لِهَذا الإشْعاع، ويُبيِّنُ هَذا الخَطُّ البَيانِيُّ الارْتِفاعاتِ التي يجْري فيها امتِصاصُ قُرابَةَ نِصْفِ الإشْعاعِ المُعْطى، وَمِن حُسنِ حَظِّ الحَياة عَلى الأرْض أنَّ أوكْسيدَ النيتروز المَوجودُ في طَبَقاتٍ رَقيقَةٍ مِنْ جَوِّ الأرْضِ تَعْلو سَطْحها بِأكثرَ مِن (50) كم، يَعترضُ سَبيل إصْداراتِ الشَّمسِ مِنَ الأشعَةِ فَوقَ البَنَفسجيَّةِ القَصيرَةِ الأمْواج والمُتَغيِّرة عَلى نَحوٍ شَديدٍ. أمَّا في الارْتِفاعاتِ الأقَلِّ عَن سَطحِ الأرْضِ، فَإنَّ الأوزون والأوكسجين الجُزيئي يَمتَصانَ الأشِعة فَوقَ البَنَفسجيَّة ذاتَ الأمْواجِ الأطْولِ التي تَضر بِالحَياة، وتُؤَثر التَّغيُّراتِ في إصْدارِ الشَّمسِ للأشعة فَوقَ البَنَفسجيَّة في بُنيةِ طَبقَةُ الأوزون.

وَمَعَ الأَسَفِ، فَقَدْ ظَلَّ الإنْسَانُ، حَتَّى الْيَوْمِ، عَاجِزاً عَنْ تَحْوِيلِ تِلْكَ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ الْهَائِلَةِ، الْمُقَدَّمَةِ كَهِبَةٍ لِكَوْكَبِنَا، الأَرْضِ، إِلَى طَاقَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ تَحُلُّ مَحَلَّ الْكَهْرَبَاءَ الْمُوَلَّدَةِ مِنَ الْمَحْرُوقَاتِ، أَوْ إِحْلاَلِهَا مَحَلَّ وَسَائِلِ التَّدْفِئَةِ الْمُخْتَلِفَةِ.

وَكُلُّ مَا فَعَلَهُ فِي هَذَا الْمَجَالِ أَنَّهُ قَامَ بِتَثْبِيتِ عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ الْمُدَّخِرَاتِ الشَّمْسِيَّةِ عَلَى سُطُوحِ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ لِتَحْوِيلِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ إِلَى طَاقَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ تَمُدُّ الأَجْهِزَةَ الْعِلْمِيَّةَ الَّتِي تَحْمِلُهَا تِلْكَ الأَقْمَارُ وَالْمَرْكَبَاتُ بِمَا يَلْزَمُهَا لاسْتِمْرَارِ عَمَلِهَا. هَذَا فِي نِطَاقِ الْفَضَاءِ، أَمَّا عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ فَلاَ زَالَ الْعُلَمَاءُ وَالْجِهَاتُ الْمَعْنِيَّةُ بِالاسْتِفَادَةِ مِنْ تِلْكَ الطَّاقَةِ تَشْكُو مِنْ عِدَّةِ أُمُورٍ تَقِفُ حَائِلاً أَمَامَ الاسْتِفَادَةِ الْمَرْجُوَّةِ مِنَ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَمِنْهَا:

1) ارْتِفَاعُ تَكَالِيفِ الأَجْهِزَةِ الَّتِي سَيُسْتَفَادُ مِنْهَا فِي هَذَا الْمَجَالِ بِالنِّسْبَةِ لِمَا سَتُوَلِّدُهُ مِنْ طَاقَةٍ.

2) كِبَرُ الْحَيِّزِ وَالْمِسَاحَةِ اللَّتَيْنِ تَشْغَلُهُمَا الْمُدَّخَرَاتُ الْمُعَدَّةُ لِتَحْوِيلِ طَاقَةِ الشَّمْسِ إِلَى طَاقَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ.

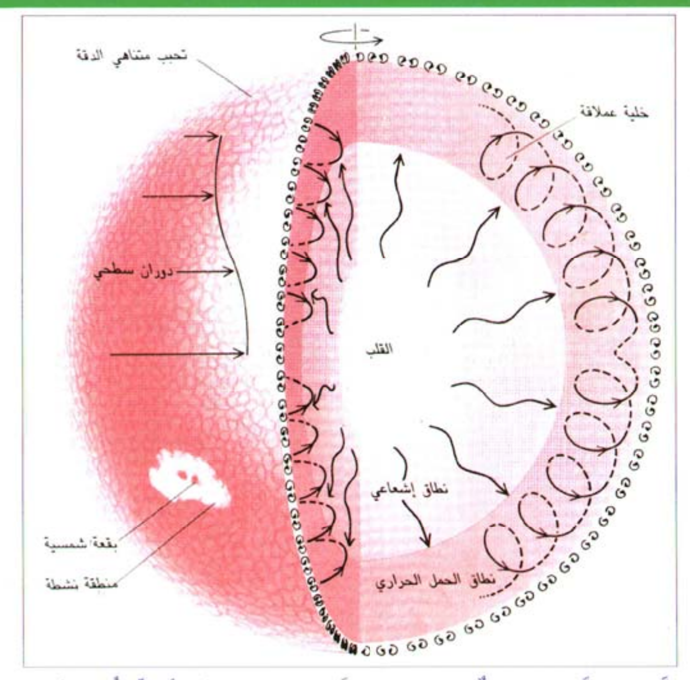
3) عَدَمُ إِمْكَانِيَّةِ تَوْلِيدِ الطَّاقَةِ فِي حَالِ غِيَابِ الشَّمْسِ.

4) أَنَّ قِسْماً كَبِيراً مِنْ دُوَلِ الْعَالَمِ، وَبِخَاصَّةٍ شَمَالِ وَشَرْقِ رُوسيَا وَشَمَالِ غَرْبِ أُوروبَّا وَشَمَالِ الْوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَكَنَدَا، يَغْلُبُ التَّغَيُّمُ عَلَى عِدَّةِ أَشْهُرٍ فِيهَا، فَتَحْتَجِبُ الشَّمْسُ عَنْ سَطْحِ الأَرْضِ؛ وَمَعَ احْتِجَابِهَا، تَكَادُ تَتَوَقَّفُ عَمَلِيَّةُ الاسْتِفَادَةِ مِنْ طَاقَتِهَا.

عِلْمُ الزَّلازِل الشَّمْسِيَّة

Helioseismology

إنَّ دِراسَة الشَّمس حاسِمةٌ لِفَهم بَواطِنِ النُّجوم، ومَعَ ذَلكَ فإنَّ السَّطحَ المَرْئيَّ لِلشَّمْسِ أوِ الكُرةَ الضَّوئيَّةَ، يُشكّلُ طَبقَةً يَبلغُ سمْكُها عِدَّةَ مِئاتٍ مِنَ الكيلومِترات فَقَطْ، وَتَشغلُ أقَل مِنْ جُزءٍ واحِدٍ مِنْ ألفِ جُزءٍ مِنْ نِصْفِ القُطر الشَّمْسية، والكُرَةِ الضَّوئيَّة لا تُقدِّم إلا أدِلَّةً قَليلَةً وغَير مُباشِرَة عَن تَركيبِ الشَّمسِ وَديناميتها.

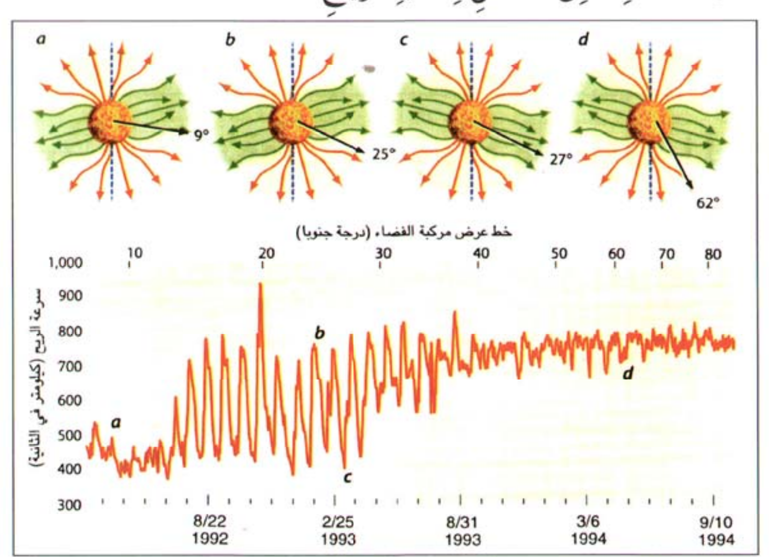


إنَّ باطِن الشَّمس مَعروفٌ بوجهٍ عام عَنْ طَريقِ الاجْتهادِ، تَتولدُ الطّاقةُ في القَلب نَتيجَةً للانْدماج النَّوَويِّ الحَراريِّ وتَنتَشرُ إلى الخارج خِلال النِطاقِ الإشْعاعيِّ بواسِطَة الانْبعاثِ والامْتِصاص الذّريِّ. وفي نطاقِ الحَمل الحَراريِّ تكونُ الحَركةُ الدَّورانيَّةُ هِيَ النِّظامَ الرَّئيس لِلْنقل: حَيثُ تَعْلو الغازاتُ الحارَّةُ بَيْنَما تَهبطُ تلكَ التي تَقلُّ عَنْها في دَرَجة الحَرارَة، ويُلاحَظُ مِثْل هَذا الدَّوران عِنْدَ السَّطْح عَلى هَيئَة تَحبُّبٍ ضيقِ النِّطاقِ، وتَحبب مُتناهي الكِبَر يَظْهَر عَلى شَكْلِ خَلايا تَبلغُ (30000كم) من جَنبٍ إلى جَنبْ. ويُعْتَقدُ أنَّ النِّطاقَ الحمْليَّ العَميق تَحْتَ خَلايا التَّحبُّبِ مُتناهي الكِبَرِ يَحْوي لَفَّاتٍ حمْليةً كَبيرةً جداً تُعْرف بالخلايا العِمْلاقة، ونَتيجَة لِلتفاعُلِ بيْنَ تَياراتِ الحَمْل ودَوَرانِ الشَّمسِ فَإن مُعدَّلَ الدَّورانَ يَتغَيَّرُ حَسبَ خَطِّ العَرض عِنْدَ السطح (الأسْهم المُبيَّنة في الرَّسم) وحَسبَ العُمق، كَما يَقومُ الدَّورانُ التَّفاضُليُّ بِدَورِهِ بِالتَّفاعُلِ مَعَ حَركَةِ الغازاتِ المُوصلةِ كَهْربائياً لِيولدُ الحَقْلَ المِغناطيسيَّ لِلشَّمسِ والذي تَظْهرُ آثارهُ في البُقعِ الشَّمْسيَّةِ والمَناطِقَ النَّشطة. إنَّ عِلمَ الزلازِلَ يُبشرُ بإعْطاءِ صُورَة أوضَح لِباطِنِ الشَّمسِ.

وقَدْ ابْتكَرَ العُلَماءُ وسيلَةً جَديدَةً، تَجْعَلُ مِنَ المُمكِنِ اخْتِراقَ سَطْحِ الشَّمسِ السَّاطعِ غيرِ الشَّفافِ، هُناكَ حَركاتٌ مَوجيَّةٌ مُستمِرةٌ تُشبهُ المَوْجاتِ الزلْزاليَّةَ في الأرضِ إلى حَدّ ما تُهَيِّج باطِنَ الشَّمسِ. وبِطريقَةٍ مُماثِلةٍ تَقْريباً لِتِلْك التي يَسْتَخْدمُها عُلَماء فيزياءِ الأرْضِ لِدراسَةِ المَوْجاتِ الزلزاليَّةِ مِنْ أجْلِ مَعْرفة ما يَجْري داخِلَ الأرْضِ، يَقومُ عُلماءُ الفيزياء الشَّمسيَّةِ بِاسْتِغلالِ الذَّبْذَباتِ الشَّمْسيَّةِ التي يَتُم مُراقَبتُها مِن أجلِ إجْراءِ فَحصٍ دَقيقٍ لِباطِنِ الشَّمسِ.

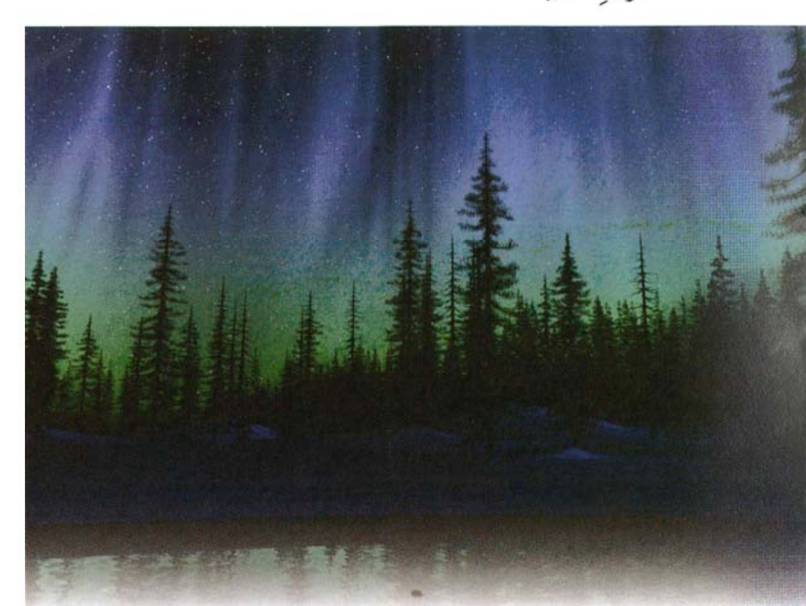
الرِّياحُ الشَّمسيَّةُ Solar wind

باعْتِبار أنَّ جَو الشَّمْس حارٌّ وَعاصِفٌ، فَهوَ يَتمدَّدُ دائماً في جَميع الاتِجاهاتِ، الأمْرُ الذي يَترتَّب عَليهِ غمْرُ النِّظامِ الشَّمْسيِّ بِتَيارٍ مُستمرٍ يُسمّى بالرِّياحِ الشَّمْسيَّةِ، يَحْوي إلِكترونات وأيونات وحُقولاً مَغناطيسيَّةً، ويُولدُ إكليلُ الشَّمسِ الذي دَرجةُ حَرارَتهِ مِليونُ دَرجةٍ مِئويَّةٍ، ضَغْطاً مُتَّجهاً إلى الخارجَ يَفوقُ الجَذبَ التاثقليَّ لِلشَّمْسِ، مِمَّا يَجعلُ حُدوثَ هَذا التَّيارِ المُتَواصِلِ أمْراً مُمْكِناً. وتَتَسارعُ الرِّياحُ الشَّمْسيَّةُ مَعَ ابْتِعادِها عَن الشَّمسِ كَتسارُعِ الماءِ الفائِضِ عَن أحَدِ السُّدودِ. وَفيما يَتشتتُ الإكْليلُ، فلا بُدَّ مِنْ أنْ تَحُلَّ مَحَلَّهُ غازاتٌ مُتَدفِقَة مِنَ الأسْفَلِ لِتغذيَةِ الرِّياحِ.



كانَتْ سُرعةُ الريح الشَّمسيةِ المُقاسَةِ بِوَساطَةِ المَركَبة الفضائيّة (أوليس) تَتغيَّرُ لِخطِّ عَرضِ المَركَبةِ (الأسْهم السَّوْداء) وَمَوقعها بالنِسبةِ لِقطبي الشَّمسِ المِغناطيسيَيْنِ. فَعِنْدَما كانَت (أوليس) عِنْدَ خُطوطِ عَرضٍ شَمسيَّةٍ دُنْيا (a) تَقابَلتْ فَقَط مَعَ الرِّيحُ الاسْتوائيَّة البَطيئَة (اللونُ الأخضر)، وَعِنْدَ خُطوطِ العَرضِ الجَنوبيَّةِ الأعْلى بَعضَ الشَّيْء، تَقابَلتْ (أوليس) مَعَ الرِّيح القُطْبيَّة السَّريعَة (اللونُ الأصْفَر)، وذَلِكَ عِنْدَما كانَ القُطْبَ المِغْناطيسيَّ الجَنوبيَّ يَتَّجهُ نَحوَ السَّابر نَتيجَةً لِدَورانِ الشَّمسِ (b)، وتَقابَلتْ مَعَ الرِّيحُ البَطيئَةِ عِنْدَما كانَ هَذا القُطْبُ يَبْتعدُ عَنْها نَتيجَةً للدَّورانِ (c) وَعِندما كانَت (أوليس) تَصل إلى مَوْقعٍ قطْبيٍّ، فإنَّها كانَتْ تَقومُ فَوْراً بِإجْراءِ قياساتٍ مُستمرةٍ لِلريحِ الشَّمسيَّةِ هُناكَ (d).

وقَدْ بَيَّنتْ قِياساتٌ سابقة أُجرِيَتْ بواسطة أجْهزةٍ مَحْمولةٍ عَلى مَتْنِ سُفنٍ فَضائيَّةٍ، وكَذلك قياساتٌ أُخِذتْ مِن أوليس (التي أُطْلِقتْ عام 1990م)، أنَّ لِلرِّياحِ الشَّمسيَّةِ مَركبةً سَريعَةً وأُخْرى بَطيئَةً. أمَّا السَّريعَةُ فَتَتحرَّك بِسُرعةٍ قَدْرُها (800كم/ثا) تَقْريباً في حين أنَّ المَرْكبةَ البطيئَةَ تَسيرُ بسرعَةٍ تُعادِل نِصفَ السُّرعةِ السَّابقَة.



الرِّياح الشَّمسيَّة تَقْذفُ الأرْضَ بَوَابِلٍ مِن الجُسيْمَاتِ الأوَّليّة مُسبّبَةً في النّهايَةِ ظَاهِرَةَ الشّفَقَ القُطبيّ Aurora.

حَرَكَاتُ الشَّمْسِ

لِلشَّمْسِ ثَلاثُ حَرَكَاتٍ تَقُومُ بِهَا مَعاً :

(1) الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ :

وَتُتِمُّهَا الشَّمْسُ حَوْلَ نفسِها فِي زَمَنٍ مُتَوَسِّطٍ قَدْرُهُ (30) يَوْماً؛ وَنَقُولُ فِي زَمَنٍ مُتَوَسِّطٍ لأَنَّ جِسْمَ الشَّمْسِ الْغَازِيَّ لاَ يَتَصَرَّفُ عِنْدَ دَوْرَتِهِ الْمِحْوَرِيَّةِ تَصَرُّفَ الأَجْسَامِ الصُّلْبَةِ كَالأَرْضِ، فَالْمِنْطَقَةُ الاسْتِوَائِيَّةُ فِي الشَّمْسِ تُتِمُّ دَوْرَةً كُلَّ (25) يَوْماً، بَيْنَمَا تَحْتَاجُ الْمِنْطَقَةُ الْوَاقِعَةُ عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضٍ (30) مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ إِلَى (26.4) يَوْماً كَيْ تُتِمَّ الدَّوْرَةَ؛ أَمَّا عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضٍ (60) مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ، فَإِنَّ الْمِنْطَقَةَ هُنَاكَ تَحْتَاجُ إِلَى (32) يَوْماً لإِتْمَامِ الدَّوْرَةِ، وَالْمِنْطَقَةَ الْوَاقِعَةَ عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضٍ (80) مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ تَحْتَاجُ إِلَى (35) يَوْماً كَيْ تُتِمَّ دَوْرَتَهَا. وَسَنَرَى كَيْفَ أَنَّ اخْتِلاَفَ سُرْعَةِ دَوَرَانِ سَطْحِ الشَّمْسِ الْغَازِيِّ يُؤَدِّي إِلَى اضْطِرَابٍ دَائِمٍ فِيهِ، تَنْشَأُ عَنْهُ دَوَّامَاتٌ غَازِيَّةٌ ضَخْمَةٌ تَعُمُّ سَطْحَ الشَّمْسِ.

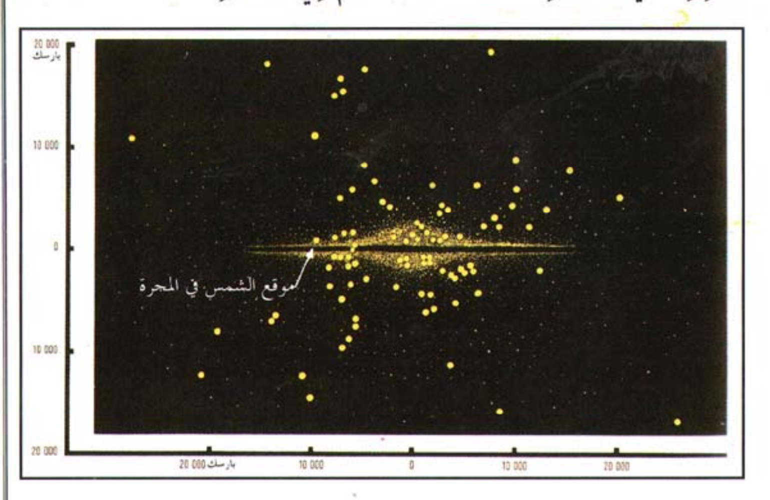
وَقَدْ أَمْكَنَ التَّأَكُّدُ مِنْ دَوَرَانِ الشَّمْسِ حَوْلَ نَفْسِهَا عَنْ طَرِيقِ رَصْدِ الْكَلَفِ الشَّمْسِيَّةِ الَّتِي كَانَتْ تَدُورُ مَعَ سَطْحِ الشَّمْسِ، وَالَّتِي احْتَاجَتْ إِلَى (15) يَوْماً حَتَّى أَتَمَّتْ نِصْفَ دَوْرَةٍ مِنَ الدَّوْرَةِ الْكَامِلَةِ لِلشَّمْسِ.



حركة الشمس المحورية

(2) الدَّوْرَةُ الانْتِقَالِيَّةُ :

تَقُومُ الشَّمْسُ مَعَ كَامِلِ مَنْظُومَتِهَا بِدَوْرَةٍ انْتِقَالِيَّةٍ حَوْلَ مَرْكَزِ مَجَرَّتِنَا الأَرْضِيَّةِ الْمَعْرُوفَةِ بِاسْمِ (الطَّرِيقِ اللَّبَنِيَّةِ) أَوْ (دَرْبِ التَّبَّانَةِ). وَلَمَّا كَانَتِ الْمَنْظُومَةُ الشَّمْسِيَّةُ وَاقِعَةً قُرْبَ حَافَّةِ الْمَجَرَّةِ، وَتَبْعُدُ عَنْ مَرْكَزِهَا بِمِقْدَارِ (30) أَلْفَ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، فَإِنَّهَا تَحْتَاجُ إِلَى (250) مِلْيونَ سَنَةٍ كَيْ تُتِمَّ دَوْرَتَهَا حَوْلَ الْمَجَرَّةِ، عِلْماً بِأَنَّ سُرْعَتَهَا لاَ تَقِلُّ عَنْ (206)كم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (741.600)كم فِي السَّاعَةِ.



(3) الْحَرَكَةُ التَّبَاعُدِيَّةُ أَوِ الانْتِشَارِيَّةُ :

لَقَدْ ثَبَتَ أَنَّ الْمَجَرَّاتِ تَنْطَلِقُ فِي الْكَوْنِ مُتَبَاعِدَةً عَنْ بَعْضِهَا؛ وَقَدْ دَعَا الْعُلَمَاءُ هَذِهِ الظَّاهِرَةَ بِاسْمِ (الانْتِشَارِ الْكَوْنِيِّ) أَوْ (الاتِّسَاعِ الْكَوْنِيِّ).

وَقُدِّرَتْ سُرْعَةُ مَجَرَّتِنَا، وَضِمْنُهَا شَمْسُنَا، وَهِيَ تَبْتَعِدُ عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمَجَرَّاتِ فِي الْكَوْنِ، بِمِقْدَارِ (980)كم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (3.528.000)كم فِي السَّاعَةِ. وَهِيَ سُرْعَةٌ مُعْتَدِلَةٌ إِذَا مَا قُورِنَتْ بِسُرْعَةِ بَعْضِ الْمَجَرَّاتِ الأُخْرَى الَّتِي تَصِلُ إِلَى (46.800)كم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (186.480.000)كم فِي السَّاعَةِ.

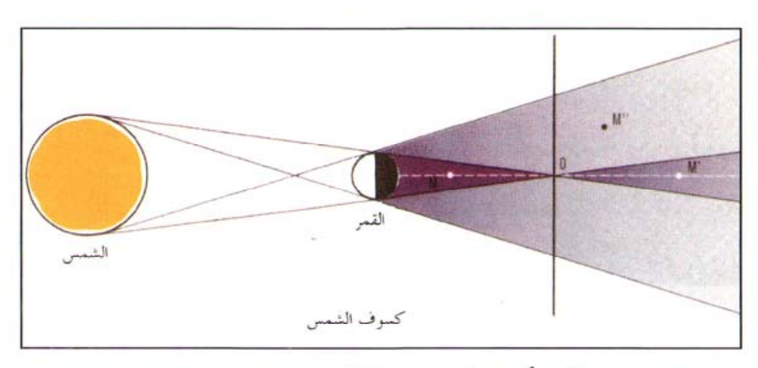

الحَرَكَة التَّبَاعُدِيَّة

الْكُسُوفُ الشَّمْسِيّ

قَبْلَ التَّحَدُّثِ عَنْ كُسُوفِ الشَّمْسEclipse، لاَ بُدَّ مِنْ شَرْحِ بَعْضِ التَّعَابِيرِ الَّتِي سَيَتَضَمَّنُهَا هَذَا الْبَحْثُ، وَأَهَمُّهَا: (مُخْرُوطُ الظِّلِّ)، وَ(مَخْرُوطُ الظُّلَيْلِ أَوْ شِبْهُ الظِّلِّ)، وَ(عُقْدَتَا الصُّعُودِ وَالنُّزُولِ)، وَ(حَالَةُ الاقْتِرَانِ)، وَ(حَالَةُ التَّقَابُلِ).

1) مَخْرُوطُ الظِّلِّ Shadow :

بِمَا أَنَّ الأَرْضَ وَالْقَمَرَ جُرْمَانِ كُرَوِيَّانِ، فَإِنَّ أَشِعَّةَ الشَّمْسِ السَّاقِطَةَ عَلَيْهِمَا تُخَلِّفُ وَرَاءَ كُلٍّ مِنْهُمَا ظِلاًّ مَخْرُوطِيَّ الشَّكْلِ، تَكُونُ قَاعِدَتُهُ مُحْتَضِنَةَ الْجُرْمِ، بَيْنَمَا يَمْتَدُّ رَأْسُهُ بَعِيداً فِي الْفَضَاءِ؛ وَيُطْلَقُ عَلَى هَذَا الْمَخْرُوطِ اسْمَ (مَخْرُوطُ الظِّلِّ).



كسوف الشمس

2) مَخْرُوطُ الظُّلَيْلِ أَوْ شِبْهُ الظِّلِّ Penumbra :

كَمَا يَتَشَكَّلُ بِالإِضَافَةِ إِلَى (مَخْرُوطِ الظِّلِّ)، خَلْفَ كُلٍّ مِنَ الأَرْضِ وَالْقَمَرِ، مَخْرُوطٌ آخَرُ مَقْطُوعُ الرَّأْسِ، أَيْ نَاقِصٌ، يُحِيطُ بِمَخْرُوطِ الظِّلِّ، إِنَّمَا يُعَاكِسُهُ فِي الْوَضْعِ، إِذْ إِنَّ الرَّأْسَ الْمَقْطُوعَ لِهَذَا الْمَخْرُوطِ هُوَ الَّذِي يَحْضُنُ الْجُرْمَ هَذِهِ الْمَرَّةَ، بَيْنَمَا تَنْطَلِقُ قَاعِدَتُهُ بَعِيداً فِي الْفَضَاءِ، مُتَجَاوِزَةً (مَخْرُوطَ الظِّلِّ). وَهَذَا الْمَخْرُوطُ الثَّانِي هُوَ مَا يُسَمَّى (مَخْرُوطُ الظُّلَيْلِ أَوْ شِبْهُ الظِّلِّ)؛ وَقَدْ سُمِّيَ بِذَلِكَ لأَنَّهُ أَقَلُّ إِعْتَاماً مِنْ (مَخْرُوطِ الظِّلِّ) وَأَكْثَرُ شَفَافِيَّةً مِنْهُ.

3) عُقْدَتَا الصُّعُودِ وَ النُّزُولِ Ascending & Descending nodes :

إِنَّ النُّقْطَتَيْنِ اللَّتَيْنِ يَتَقَاطَعُ عِنْدَهُمَا مَدَارُ الْقَمَرِ مَعَ خَطِّ اسْتِوَاءِ الأَرْضِ، وَمَعَ دَائِرَةِ الْبُرُوجِ الَّتِي تُسَمَّى بِـ (الدَّائِرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ) أَوْ (دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ) تُسَمَّيَانِ (الْعُقْدَتَانِ): الأُولَى مِنْهُمَا تُدْعَى (عُقْدَةُ الصُّعُودِ)، وَالثَّانِيَةُ تُدْعَى (عُقْدَةُ النُّزُولِ).

وَقَدْ دُعِيَتِ الأُولَى بِـ (عُقْدَةِ الصُّعُودِ) لأَنَّ الْقَمَرَ يَصْعَدُ عِنْدَ هَذِهِ النُّقْطَةِ، وَهُوَ يَتَحَرَّكُ عَلَى مَدَارِهِ، مِنْ سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ إِلَى سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَذَلِكَ فِي الْيَوْمِ الْخَامِسَ عَشَرَ مِنَ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ؛ وَيَكُونُ الْقَمَرُ يَوْمَهَا بَدْراً.

يَنْزِلُ عِنْدَ هَذِهِ النُّقْطَةِ، وَهُوَ يَتَحَرَّكُ عَلَى مَدَارِهِ، مِنْ سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ إِلَى سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ،

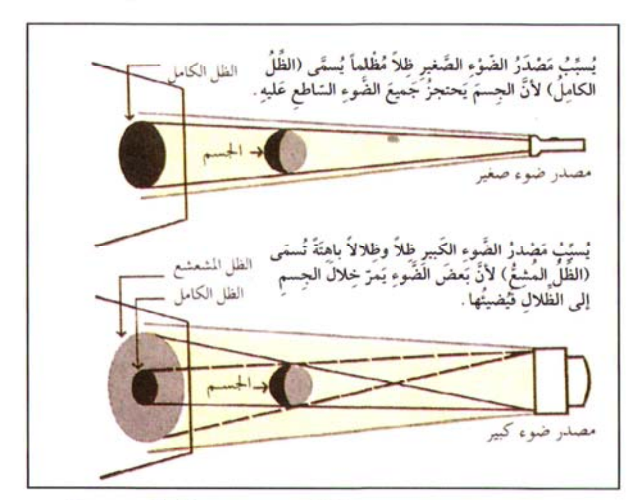
وَذلِكَ فِي آخِرِ لَيْلَةٍ مِنْ لَيَالِي الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، حَيْثُ يَكُونُ الْقَمَرُ (مُحَاقاً) أَوْ فِي (الْمَحَاقِ)، أَيْ (مُنْمَحِقاً) لأَنَّهُ لاَ يُرَى فِي تِلْكَ اللَّيْلَةِ.

4) حَالَةُ الاِقْتِرَانِ **Conjunction** :

فِي آخِرِ لَيْلَةٍ مِنْ لَيَالِي الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، يَبْلُغُ الْقَمَرُ (عُقْدَةَ النُّزُولِ)، وَيَكُونُ عِنْدَهَا وَاقِعاً بَيْنَ الشَّمْسِ وَالأَرْضِ؛ فَإِذَا صَادَفَ أَنْ كَانَتْ تِلْكَ الأَجْرَامُ الثَّلاَثَةُ لَيْلَتَهَا عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ، دُعِيَتْ تِلْكَ الْحَالَةُ (حَالَةَ الاِقْتِرَانِ).

5) حَالَةُ التَّقَابُلِ **Opposition** :

فِي لَيْلَةِ النِّصْفِ مِنَ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، يَكُونُ الْقَمَرُ أَمَامَ (عُقْدَةَ الصُّعُودِ)، وَتَكُونُ الأَرْضُ لَيْلَتَهَا وَاقِعَةً بَيْنَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ؛ فَإِذَا صَادَفَ أَنْ كَانَتْ تِلْكَ الأَجْرَامُ الثَّلاَثَةُ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ، دُعِيَتْ تِلْكَ الْحَالَةُ (حَالَةَ التَّقَابُلِ).

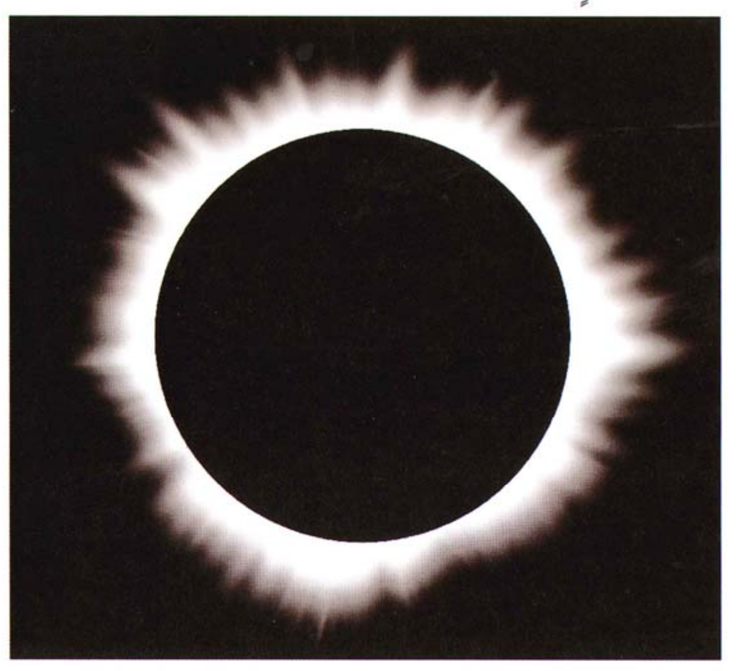


يُمْكنُ بإجْراءِ هَذهِ التّجرِبَة البَسيطةِ أنْ نَستوضِحَ عَمليّةَ الكُسوفِ الشَّمسيِّ.

الْكُسُوفُ الشَّمْسِيّ نَوْعَانِ: كَامِلٌ وَجُزْئِيٌّ. وَإِذَا مَا حَدَثَ أَحَدُهُمَا، فَلاَ يَكُونُ ذَلِكَ إِلاَّ فِي آخِرِ لَيْلَةٍ مِنْ لَيَالِي الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، حَيْثُ يَكُونُ الْقَمَرُ فِي الْمَحَاقِ، أَيْ مُحَاقاً.

(1) الْكُسُوفُ الْكُلِّيُّ **Total eclipse** :

يُحْدِثُهُ بُلُوغُ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ سَطْحَ الأَرْضِ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى احْتِجَابِ نُورُ الشَّمْسِ كُلِّياً عَنِ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي غَطَّاهَا ذَلِكَ الْمَخْرُوطُ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ. كَمَا يُشَاهَدُ قُرْصُ الشَّمْسِ، عِنْدَهَا، قُرْصاً مُظْلِماً حَالِكَ السَّوَادِ، تُحِيطُ بِهِ هَالَةٌ مِنْ نُورٍ وَهَّاجٍ.



- شُرُوطُ تَحَقُّقِ الْكُسُوفِ الْكُلِّيِّ :

لاَ يَحْدُثُ الْكُسُوفُ الْكُلِّيُّ إِلاَّ إِذَا تَحَقَّقَتْ ثَلاَثَةُ شُرُوطٍ أَسَاسِيَّةٍ هِيَ :

1. أَنْ يَكُونَ الْقَمَرُ (مُحَاقاً)، أَيْ فِي آخِرِ لَيْلَةٍ مِن لَيَالِي الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ.

2. أَنْ تَكُونَ الشَّمْسُ وَالأَرْضُ وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ فِي حَالَةِ اقْتِرَانٍ أَوْ قَرِيبَةٍ جِدّاً مِنْ ذَلِكَ.

3. أَنْ تَكُونَ الْمَسَافَةُ يَوْمَهَا بَيْنَ الأَرْضِ وَالْقَمَرِ كَافِيَةً لِبُلُوغِ مَخْرُوطِ ظِلِّهِ سَطْحَ الأَرْضِ، أَيْ فِي حُدُودِ (354) أَلْفَ كم تَقْرِيباً. إِذْ إِنَّ عَدَمَ انْتِظَامِ خَطِّ سَيْرِ الْقَمَرِ عَلَى مَدَارِهِ حَوْلَ الأَرْضِ يَجْعَلُ الْمَسَافَةَ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الأَرْضِ تَتَغَيَّرُ بَيْنَ شَهْرٍ وَآخَرَ قُرْباً أَوْ بُعْداً بِسَبَبِ جَذْبِ الأَرْضِ وَالشَّمْسِ لَهُ.

- الْمَرَاحِلُ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا الْكُسُوفُ الْكُلِّيُّ :

عِنْدَمَا تَقْتَرِبُ الشَّمْسُ وَالأَرْضُ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، مِنْ



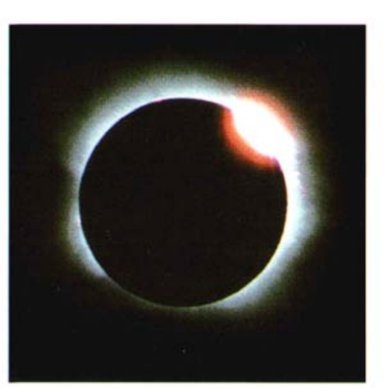
شُرُوط تَحقُّق الكُسُوف الكُلي

حَالَةِ الاقْتِرَانِ الْكَامِلِ، وَتَكُونُ الْمَسَافَةُ بَيْنَ الْقَمَرِ وَالأَرْضِ أَصْغَرَ مِنْ طُولِ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ، يَكُونُ حُدُوثُ الْكُسُوفِ الْكَامِلِ مُؤَكَّداً، وَتَبْدَأُ مُؤَشِّرَاتُهُ بِحُدُوثِ كُسُوفٍ جُزْئِيٍّ يَسْتَمِرُّ مُدَّةَ سَاعَتَيْنِ فِي الْمِنْطَقَةِ الَّتِي يَكُونُ مَخْرُوطُ ظُلَيْلِ الْقَمَرِ قَدْ غَطَّاهَا، حَيْثُ يَتَحَوَّلُ قُرْصُ الشَّمْسِ السَّاطِعُ إِلَى قُرْصٍ كَامِدِ النُّورِ، يُحِيلُ النَّهَارَ الْبَهِيجَ إِلَى نَهَارٍ كَالِحٍ.

وَعِنْدَمَا تُصْبِحُ الشَّمْسُ وَالأَرْضُ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، فِي حَالَةِ اقْتِرَانٍ، يَكُونُ مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ قَدْ بَلَغَ الْمِنْطَقَةَ الَّتِي كَانَ يَغْمُرُهَا مَخْرُوطُ ظُلَيْلِهِ، أَيْ شِبْهُ ظِلِّهِ؛ وَعِنْدَهَا تَظْهَرُ عَلَى حَافَّةِ الشَّمْسِ الْيُسْرَى ظُلْمَةٌ سَوْدَاءُ، لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَمْتَدَّ بِسُرْعَةٍ نَحْوَ يَمِينِ الشَّمْسِ، وَتَكُونُ مَحْدُودَةً بِقَوْسَيْنِ: إِحْدَاهُمَا تُمَثِّلُ حَافَّةَ الشَّمْسِ، وَالثَّانِيَةُ تُمَثِّلُ حَافَّةَ الْقَمَرِ. وَمَعَ ازْدِيَادِ اتِّسَاعِ رُقْعَةِ تِلْكَ الظُّلْمَةِ عَلَى قُرْصِ الشَّمْسِ، يَزْدَادُ نُورُ النَّهَارِ ضَعْفاً وَكَآبَةً.

وَعِنْدَمَا لاَ يَبْقَى مِنْ ذَلِكَ الْقُرْصِ إِلاَّ هِلاَلٌ صَغِيرٌ مُنِيرٌ فِي يَمِينِهَا، يُمْكِنُنَا أَنْ نَرَى بِالْمِرْقَبِ، عَلَيْهِ، تَوَهُّجَاتٍ حَلَقِيَّةَ الشَّكْلِ تُدْعَى (الْحَلَقَاتُ الْمَاسِيَّةُ) أَو (خَرَزَاتُ بيلي). وَقَدْ دُعِيَتْ بِذَلِكَ تَكْرِيماً لِلْفَلَكِيِّ (بيلي) الَّذِي قَامَ بِالْكَشْفِ عَنْهَا وَبِدِرَاسَتِهَا.

وَعِنْدَ اخْتِفَاءِ آخِرِ جُزْءٍ مِنْ قُرْصِ الشَّمْسِ عَنْ تِلْكَ الْبُقْعَةِ مِنَ الأَرْضِ، يُظْلِمُ الْجَوُّ فِيهَا تَمَاماً، وَتَبْدُو النُّجُومُ لاَمِعَةً فِي



السَّمَاءِ، وَتَهْبِطُ الْحَرَارَةُ فَجْأَةً، وَيَصْحَبُ ذَلِكَ هُبُوبُ رِيَاحٍ أَوْ عَوَاصِفَ، وَقَدْ تَسْقُطُ الأَمْطَارُ، وَتَلْجَأُ الْحَيَوَانَاتُ إِلَى أَوْكَارِهَا وَالطُّيُورُ إِلَى أَعْشَاشِهَا، وَتَبْدُو حَوْلَ الشَّمْسِ هَالَةٌ مِنْ نُورٍ، يَخْتَلِفُ اتِّسَاعُهَا وَشَكْلُهَا بِاخْتِلاَفِ الْحَالَةِ الَّتِي تَكُونُ عَلَيْهَا الشَّمْسُ مِنْ هُدُوءٍ أَوْ هِيَاجٍ.

وَلاَ يَسْتَمِرُّ الْكُسُوفُ الْكُلِّيُّ، أَيْ بَقَاءُ كَامِلِ قُرْصِ الشَّمْسِ مُظْلِماً، أَكْثَرَ مِنْ (4) دَقَائِقَ إِلاَّ إِذَا كَانَتِ الْمِنْطَقَةُ الَّتِي أَصَابَهَا الْكُسُوفُ وَاقِعَةً فَوْقَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، فَعِنْدَهَا يَسْتَمِرُّ الْكُسُوفُ هُنَاكَ لِمُدَّةِ (7 ½) دَقَائِقَ.


خَرَزَاتُ بيلي

وَيَقْصِدُ كَثِيرٌ مِنْ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ، وَمِنْ دُوَلِ الْعَالَمِ الْمُخْتَلِفَةِ، مِنْطَقَةَ ذَلِكَ الْكُسُوفِ الْكُلِّيِّ، قَاطِعِينَ آلاَفَ الْكِيلُومِتْرَاتِ أَحْيَاناً، لاَ لِيَشْهَدُوا وَيُسَجِّلُوا مُلاَحَظَاتِهِمْ حَوْلَ هَذِهِ الْحَادِثَةِ الْمَهِيبَةِ فَقَطْ، وَإِنَّمَا لِيَقُومُوا بِرَصْدِ وَدِرَاسَةِ الْهَالَةِ الشَّمْسِيَّةِ فِي أَفْضَلِ ظُرُوفٍ تُسَاعِدُ عَلَى ذَلِكَ، وَتَمْنَحُهُمْ مَعْرِفَةً أَكْبَرَ وَأَدَقَّ عَنْ تَرْكِيبِ الشَّمْسِ وَالتَّفَاعُلاَتِ الْقَائِمَةِ فِيهَا، وَمَا يَنْتُجُ عَنْهَا مِنْ أَحْدَاثٍ تَبْدُو مَشَاهِدُهَا جَلِيَّةً فِي تِلْكَ

الْهَالَةِ، وَلأَنَّ هَذِهِ الْفُرْصَةَ لَنْ تُسْنَحَ لَهُمْ مَرَّةً ثَانِيَةً قَبْلَ مُرُورِ عِدَّةِ سَنَوَاتٍ.

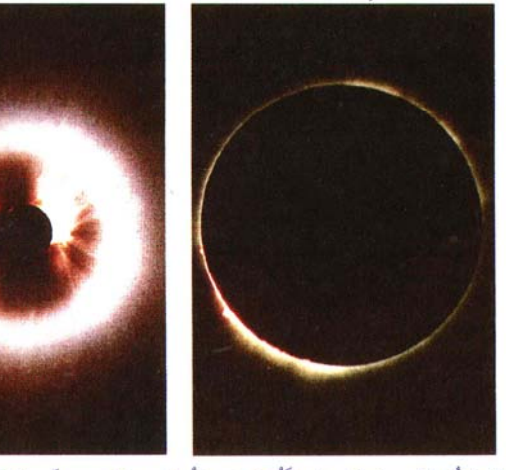
وَيُحَذِّرُ الْعُلَمَاءُ مِنَ النَّظَرِ إِلَى تِلْكَ الْهَالَةِ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، إِذْ إِنَّ نُورَهَا وَحْدَهُ قَادِرٌ عَلَى إِلْحَاقِ الأَذَى بِالْعَيْنِ، وَقَدْ يُسَبِّبُ لَهَا الْعَمَى.

وَبَعْدَ انْقِضَاءِ تِلْكَ الدَّقَائِقِ الَّتِي اسْتَمَرَّ خِلاَلَهَا الْكُسُوفُ، يَنْزَاحُ مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ شَيْئاً فَشَيْئاً عَنِ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي كَانَ قَدْ غَمَرَهَا مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ، مَعَ انْزِيَاحِ الْقَمَرِ عَنْ مَكَانِهِ بَيْنَ الأَرْضِ وَالشَّمْسِ. وَعِنْدَهَا يَظْهَرُ فِي يَسَارِ الشَّمْسِ هِلاَلٌ مُنِيرٌ كَالْهِلاَلِ الَّذِي كَانَ قَدْ ظَهَرَ فِي يَمِينِهَا قَبْلَ أَنْ يَتِمَّ كُسُوفُهَا، وَتَظْهَرُ عَلَيْهِ الْحَلَقَاتُ الْمَاسِيَّةُ أَوْ (خَرَزَاتُ بيلي).

وَمَعَ انْقِشَاعِ الظُّلْمَةِ شَيْئاً فَشَيْئاً عَنْ قُرْصِ الشَّمْسِ، يَعُودُ شَيءٌ مِنْ نُورِ النَّهَارِ إِلَى الْمِنْطَقَةِ الَّتِي أَصَابَهَا الْكُسُوفُ؛ حَتَّى إِذَا مَا انْزَاحَتِ الظُّلْمَةُ نِهَائِيّاً عَنْ وَجْهِ الشَّمْسِ، ازْدَادَ نُورُ النَّهَارِ وُضُوحاً، وَلَكِنَّهُ يَظَلُّ كَالِحاً، إِذْ إِنَّ مِنْطَقَةَ الْكُسُوفِ لاَ تَزَالُ وَاقِعَةً تَحْتَ تَأْثِيرِ وَغَمْرِ مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ، أَيْ مَخْرُوطِ ظُلَيْلِهِ، بَعْدَ أَنِ انْسَحَبَ مَخْرُوطُ ظِلِّهِ عَنْهَا. وَيَسْتَمِرُّ هَذَا الْوَضْعِ سَاعَتَيْنِ، حَيْثُ يَكُونُ مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ قَدْ أَنْهَى انْسِحَابَهُ، وَعِنْدَهَا يَعُودُ لِقُرْصِ الشَّمْسِ سُطُوعُهُ وَتَوَهُّجُهُ، وَلِلْمِنْطَقَةِ نَهَارُهَا الْبَهِيُّ الْبَهِيجُ.



وَعَلَى هَذَا، فَإِنَّ الْكُسُوفَ الْكَامِلَ، مَعَ مَا يَسْبِقُهُ وَمَا يَعْقِبُهُ مِنْ كُسُوفٍ جُزْئِيٍّ، يَسْتَغْرِقُ حَوَالَيْ (4) سَاعَاتٍ وَ(4) دَقَائِقَ إِلاَّ إِذَا حَدَثَ فَوْقَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، فَإِنَّ فَتْرَتَهُ تَمْتَدُّ إِلَى (4) سَاعَاتٍ وَ(½ 7) دَقَائِقَ. وَالْمِنْطَقَةُ الَّتِي تَتَعَرَّضُ لِلْكُسُوفِ الْكَامِلِ تَبْدُو لِلرَّاصِدِ مِنَ الْجَوِّ عَلَى شَكْلِ دَائِرَةٍ مُظْلِمَةٍ، لاَ يَتَجَاوَزُ قُطْرُهَا (300)كم، يُغَطِّيهَا بِتِلْكَ الظُّلْمَةِ مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ. وَيُحِيطُ بِتِلْكَ الدَّائِرَةِ الْمُظْلِمَةِ حَلَقَةٌ كَبِيرَةٌ ذَاتُ نُورٍ كَالِحٍ، يُشَكِّلُهَا مَخْرُوطُ ظُلَيْلِ الْقَمَرِ الَّذِي يُحِيطُ بِمَخْرُوطِ ظِلِّهِ.



الإكليلُ الشّمسيُّ هُوَ الحافَّةُ الخارجيَّةُ لِجَوّ الشَّمْسِ الّتي يُمكنُ دِراسَتُها أثْناءَ حُدوثِ الكُسوفِ الشّمسيّ. وتظهَرُ الشّمسُ (عَلى اليَمين) وَلَيسَ بِها ما يَدُلُّ عَلَى وجودِ نَشاطٍ يُذْكَر أثْناء الكُسوفِ، بَيْنما تُوضِّحُ الصُّورةُ اليُسرى الّتي أُخِذتْ أثْناءَ كُسوفٍ شَمسيٍّ آخَرَ بَعضَ مَواقِعِ النُّتوءاتِ، كَما قَدْ تَظهرُ بَعضُ الثُّقوبِ الإكليليّةِ وهِيَ مَناطِقُ تَتَميّزُ بانْخِفاضِ دَرَجة حرارَتِها وَكَثافَتِها.

وَتَنْتَقِلُ تِلْكَ الدَّائِرَةُ الْمُظْلِمَةُ، مَعَ حَلَقَةِ النُّورِ الْكَالِحِ الْمُحِيطَةِ بِهَا عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ، مِنَ الْغَرْبِ إِلَى الشَّرْقِ مَسَافَةً تُقَارِبُ (20) أَلْفَ كم، أَيْ حَوَالَيْ نِصْفَ مُحِيطِ الأَرْضِ، خِلاَلَ (5) سَاعَاتٍ، مَعَ انْتِقَالِ الْقَمَرِ فِي دَوْرَتِهِ حَوْلَ الأَرْضِ بِسُرْعَةٍ تُعَادِلُ (3660)كم فِي السَّاعَةِ وَسَطِيّاً.

وَقَدْ تَوَصَّلَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ، بِنَتِيجَةِ الْحِسَابَاتِ الَّتِي أَجْرَوْهَا، وَبَعْدَ دِرَاسَةِ وَتَتَبُّعِ التَّسْجِيلاَتِ الَّتِي خَلَّفَهَا عُلَمَاءُ الْفَلَكِ الْقُدَامَى، وَالْمُتَعَلِّقَةِ بِقَضَايَا الْكُسُوفِ، إِلَى أَنَّ الْمِنْطَقَةَ

الَّتِي يَحْدُثُ فِيهَا كُسُوفٌ كَامِلٌ، أَوْ كُسُوفٌ جُزْئِيٌّ حَلَقِيٌّ، مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ، لَنْ تَتَعَرَّضَ لأَحَدِ هَذَيْنِ النَّوْعَيْنِ مِنَ الْكُسُوفِ مَرَّةً ثَانِيَةً إِلاَّ بَعْدَ مُرُورِ فَتْرَةِ (300) سَنَةٍ.

(2) الْكُسُوفُ الْجُزْئِيُّ **Partial eclipse** :

وَلَهُ أَرْبَعُ حَالاَتٍ :

أ) حِينَ يَسْقُطُ جُزْءٌ مِنْ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ، فَإِنَّهُ يَحْجُبُ قِسْماً مِنَ الشَّمْسِ عَنِ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي سَقَطَ عَلَيْهَا ذَلِكَ الْجُزْءُ مِنَ الْمَخْرُوطِ، وَيَبْدُو ذَلِكَ الْقِسْمُ الْمُحْتَجَبُ مُظْلِماً حَالِكَ السَّوَادِ، بَيْنَمَا تَظْهَرُ بَقِيَّتُهُ كَالِحَةً وَكَأَنَّمَا غَشَّاهَا حِجَابٌ. وَبِجِوَارِ تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ، حَيْثُ يَكُونُ مَخْرُوطُ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ، أَيْ مَخْرُوطُ ظُلَيْلِهِ، قَدْ سَقَطَ عَلَيْهَا، يُرَى قُرْصُ الشَّمْسِ كُلُّهُ، بَاهِتَ النُّورِ، كَامِدَ اللَّوْنِ.

ب) حِينَ يَمَسُّ رَأْسُ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ سَطْحَ الأَرْضِ، وَيُحِيطُ بِهِ مَخْرُوطُ ظُلَيْلِهِ، أَيْ مَخْرُوطُ شِبْهِ ظِلِّهِ؛ تَظْهَرُ الشَّمْسُ فِي تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ كَقُرْصٍ مُعْتِمٍ أَسْوَدَ، تُحِيطُ بِهِ حَلَقَةٌ مِنْ نُورٍ كَالِحٍ؛ وَيُدْعَى مِثْلُ هَذَا الْكُسُوفِ الْجُزْئِيِّ بِـ (الْكُسُوفِ الْحَلَقِيِّ).

ج) حِينَ لاَ يَبْلُغُ الأَرْضَ إِلاَّ مَخْرُوطُ ظُلَيْلِ الْقَمَرِ، أَيْ شِبْهُ ظِلِّهِ؛ تَظْهَرُ الشَّمْسُ فِي تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ



الكسوف الحلقي

كَأَنَّ قُرْصَهَا مُغَطًّى بِغِشَاءٍ يَجْعَلُ نُورَهَا كَالِحاً.

د) كُلُّ مِنْطَقَةٍ مِنَ الأَرْضِ حَدَثَ فِيهَا كُسُوفٌ كَامِلٌ لاَ بُدَّ أَنْ يَسْبِقَهُ فِيهَا كُسُوفٌ جُزْئِيٌّ نَاتِجٌ عَنْ مُرُورِ مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ، أَيْ مَخْرُوطِ ظُلَيْلِهِ بِهَا، قَبْلَ أَنْ يَبْلُغَهَا مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ، كَمَا يَعْقُبُ ذَلِكَ الْكُسُوفَ الْكَامِلَ كُسُوفٌ جُزْئِيٌّ عِنْدَ انْسِحَابِ وَتَزَحْزُحِ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ عَنْ تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ، حَيْثُ يَحِلُّ مَحَلَّهُ مُغَطِّياً الْمِنْطَقَةَ مَخْرُوطُ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ الَّذِي يُحِيطُ دَائِماً بِمَخْرُوطِ الظِّلِّ.

وَأَخِيراً، فَعِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ بَعِيداً عَنِ الأَرْضِ، فَإِنَّ قَاعِدَةَ مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّهِ الَّتِي تَصِلُ إِلَى سَطْحِ الأَرْضِ لاَ تُسَبِّبُ أَيَّ كُسُوفٍ نَظَراً لِشَفَافِيَّةِ تِلْكَ الْقَاعِدَةِ الَّتِي لاَ تَحْجُبُ عَنِ الأَرْضِ أَيَّ شَيْءٍ مِنَ الشَّمْسِ.

ـ شُرُوطُ تَحَقُّقِ الْكُسُوفِ الْجُزْئِيِّ :

1) الْحَالَةُ الأُولَى :

أ) أَنْ يَكُونَ الْقَمَرُ مُحَاقاً.

ب) أَنْ تَكُونَ الشَّمْسُ وَالأَرْضُ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، فِي حَالَةٍ قَرِيبَةٍ مِنَ الاقْتِرَانِ.

ج) أَلاَّ يَصِلَ إِلَى سَطْحِ الأَرْضِ إِلاَّ جُزْءٌ جَانِبِيٌّ مِنْ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ.

2) الْحَالَةُ الثَّانِيَةُ (الْكُسُوفُ الْحَلَقِيُّ **Loop eclipse**) :

أ) أَنْ يَكُونَ الْقَمَرُ مُحَاقاً.

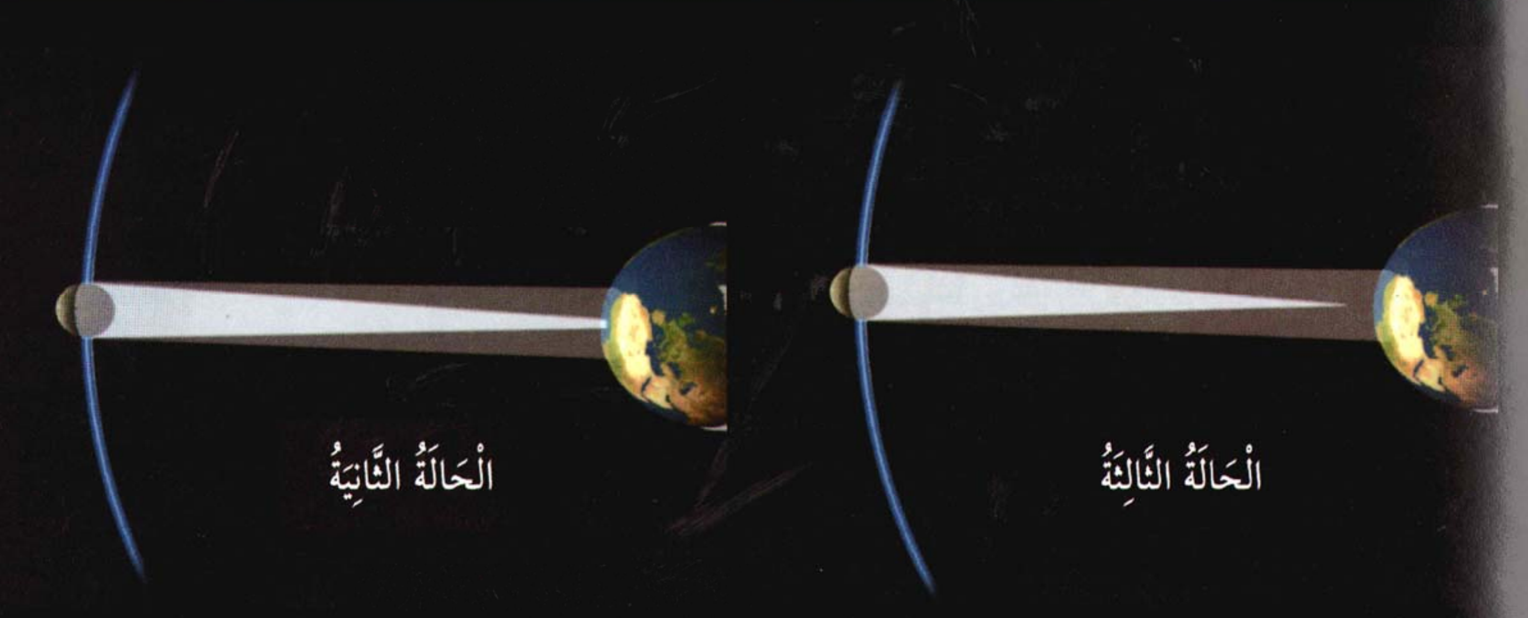
ب) أَنْ تَكُونَ الشَّمْسُ وَالأَرْضُ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، فِي حَالَةِ اقْتِرَانٍ.

ج) أَنْ يَكُونَ رَأْسُ ظِلِّ الْقَمَرِ مَاسّاً لِسَطْحِ الأَرْضِ.

3) الْحَالَةُ الثَّالِثَةُ :

أ) أَنْ يَكُونَ الْقَمَرُ مُحَاقاً.

ب) أَنْ تَكُونَ كُلٌّ مِنَ الشَّمْسِ وَالأَرْضِ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، فِي حَالَةِ اقْتِرَانٍ.



ج) أَنْ تَكُونَ الْمَسَافَةُ بَيْنَ الأَرْضِ وَالْقَمَرِ أَكْبَرَ مِنْ طُولِ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ؛ وَعِنْدَهَا لاَ يَسْتَطِيعُ بُلُوغَ الأَرْضِ، وَإِنَّمَا يَسْقُطُ عَلَيْهَا مَخْرُوطُ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ، أَيْ مَخْرُوطُ ظُلَيْلِهِ فقط.

ـ الْمَرَاحِلُ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا الْكُسُوفُ الْحَلَقِيُّ الْجُزْئِيُّ:

تَمُرُّ الْمِنْطَقَةُ الَّتِي يَحْدُثُ فِيهَا كُسُوفٌ جُزْئِيٌّ حَلَقِيٌّ بِنَفْسِ الأَحْدَاثِ الَّتِي اسْتَعْرَضْنَاهَا عِنْدَ حُدُوثِ الْكُسُوفِ الْكُلِّيِّ. وَيَنْحَصِرُ وَجْهُ الاخْتِلاَفِ فِي أَنَّهُ عِنْدَمَا يَمَسُّ رَأْسُ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ سَطْحَ الْمِنْطَقَةِ الأَرْضِيَّةِ، أَوْ يَكُونُ قَرِيباً مِنْهُ، يُلاحَظُ أَنَّ دَائِرَةً سَوْدَاءَ قَدْ أَخَذَتْ تَزْحَفُ عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ بَدْءاً مِنْ يَسَارِهَا إِلَى يَمِينِهَا، وَتَكُونُ أَصْغَرَ مِسَاحَةً مِنْ قُرْصِ الشَّمْسِ.

وَعِنْدَمَا تَحْتَلُّ تِلْكَ الدَّائِرَةُ الْمُظْلِمَةُ وَسَطَ الشَّمْسِ، تَتْرُكُ حَوْلَهَا حَلَقَةً مُنِيرَةً تَمُدُّ الْبُقْعَةَ الأَرْضِيَّةَ، الَّتِي تَعَرَّضَتْ لِهَذَا الْكُسُوفِ الْحَلَقِيِّ، بِنُورٍ خَفِيفٍ يَجْعَلُ ضَوْءَ النَّهَارِ ضَعِيفاً كَالِحاً وَكَامِداً، وَكَأَنَّ اللَّيْلَ يَكَادُ يُرْخِي سُدُولَهُ.

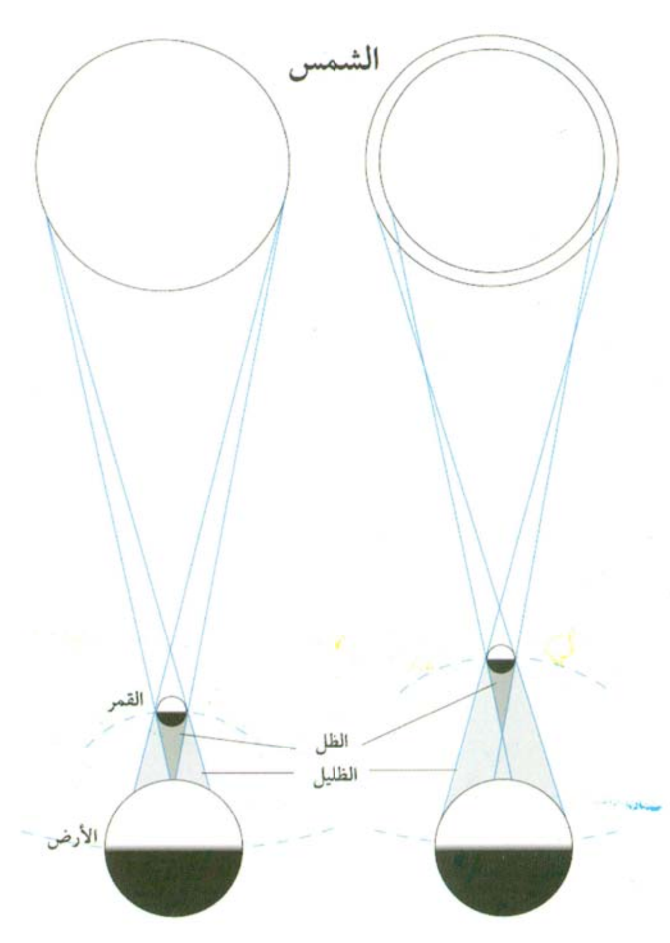
وَالْفَتْرَةَ الَّتِي يَسْتَغْرِقُهَا اسْتِقْرَارُ الْقُرْصِ الأَسْوَدِ الْمُظْلِمِ فِي وَسَطِ قُرْصِ الشَّمْسِ لاَ تَزِيدُ عَلَى (4) دَقَائِقَ إِلاَّ إِذَا حَدَثَ مِثْلُ هَذَا الْكُسُوفِ عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ، إِذْ تَمْتَدُّ فَتْرَةُ بَقَائِهِ إِلَى (½ 7) دَقَائِقَ. أَمَّا الْمُدَّةَ الَّتِي يَسْتَغْرِقُهَا دُخُولُ الْمِنْطَقَةِ الأَرْضِيَّةِ فِي مَخْرُوطِ ظُلَيْلِ الْقَمَرِ، ثُمَّ عُبُورُ ظِلِّهُ لَهَا، ثُمَّ خُرُوجُهَا مِنْ ظِلِّهِ وَمِنْ ظُلَيْلِهِ الَّذِي يُحِيطُ بِالظِّلِّ، فَتَدُومُ (4) سَاعَاتٍ.

وَكَمَا رَأَيْنَا فِي الْكُسُوفِ الْكُلِّيِّ، فَإِنَّ الْفَتْرَةَ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَ كُسُوفَيْنِ حَلَقِيَّيْنِ قَدْ تَصِلُ إِلَى عِدَّةِ سَنَوَاتٍ؛ أَمَّا تَكْرَارُ هَذَا النَّوْعِ مِنَ الْكُسُوفِ فِي نَفْسِ الْمِنْطَقَةِ الأَرْضِيَّةِ، فَلاَ يَحْدُثُ قَبْلَ مُرُورِ (**300**) سَنَةٍ.

ـ الْمَرَاحِلُ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا الْكُسُوفُ الْجُزْئِيُّ:

عِنْدَمَا لاَ يَحْدُثُ اقْتِرَانٌ كَامِلٌ بَيْنَ الشَّمْسِ وَالأَرْضِ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، فَإِنَّ قِسْماً مِنْ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ يُصِيبُ الأَرْضَ، كَمَا يُصِيبُهَا مَخْرُوطُ ظُلَيْلِهِ الَّذِي يُحِيطُ بِذَلِكَ الْجُزْءِ مِنْ مَخْرُوطِ الظِّلِّ.

وَفِي مِثْلِ هَذِهِ الْحَالَةِ، يَبْدُو قُرْصُ الشَّمْسِ مِنَ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي أَصَابَهَا هَذَا الْكُسُوفُ الْجُزْئِيُّ وَكَأَنَّ غِشَاءً يَزْحَفُ عَلَيْهِ، فَيُضْعِفُ مِنْ نُورِهِ شَيْئاً فَشَيْئاً؛ وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ، يُضْعِفُ نُورَ نَهَارِ تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ؛ حَتَّى إِذَا مَا تَغَطَّى كَامِلُ قُرْصِ الشَّمْسِ بِذَلِكَ الْغِشَاءِ النَّاتِجِ عَنْ سُقُوطِ مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ عَلَى تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ، غَدَا النَّهَارُ كَالِحاً. وَيَسْتَمِرُّ الأَمْرُ كَذَلِكَ قَرَابَةَ سَاعَتَيْنِ، حَيْثُ تُغَطِّي الظُّلْمَةُ جُزْءاً جَانِبِيّاً مِنَ الشَّمْسِ؛ وَهَذَا



يَعْنِي أَنَّ مَخْرُوطَ ظِلِّ الْقَمَرِ قَدْ بَلَغَ تِلْكَ الْمِنْطَقَةَ مِنَ الأَرْضِ. وَعِنْدَهَا يَضْعُفُ نُورُ الشَّمْسِ كَثِيراً، وَيُصْبِحُ نُورُ نَهَارِ الْمِنْطَقَةِ كَامِداً لِمُدَّةِ دَقِيقَتَيْنِ، حَيْثُ تَنْزَاحُ تِلْكَ الظُّلْمَةُ عَنِ الْجُزْءِ الَّذِي غَطَّتْهُ مِنْ قُرْصِ الشَّمْسِ؛ وَيَظَلُّ نُورُ النَّهَارِ، بَعْدَ ذَلِكَ، مُدَّةَ سَاعَتَيْنِ كَالِحاً إِلَى أَنْ يَزُولَ مَخْرُوطُ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ عَنْ تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ نِهَائِيّاً؛ وَعِنْدَهَا يَعُودُ لِلشَّمْسِ نُورُهَا السَّاطِعُ، وَلِنَهَارِ تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ بَهْجَتُهُ وَطَلاَقَتُهُ.

أَمَّا إِذَا مَا حَدَثَ اقْتِرَانٌ، وَكَانَ بُعْدُ الْقَمَرِ عَنِ الأَرْضِ أَكْبَرَ مِنْ طُولِ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ، فَإِنَّ الْمِنْطَقَةَ الأَرْضِيَّةَ الَّتِي يَبْلُغُهَا مَخْرُوطُ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ فَقَطْ، يَكُونُ الْكُسُوفُ فِيهَا جُزْئِيّاً، وَيَبْدُو قُرْصُهَا وَقَدْ غَطَّاهُ غِشَاءٌ يُضْعِفُ مِنْ نُورِهِ، وَيُؤَدِّي إِلَى إِضْعَافِ نُورِ نَهَارِ الْمِنْطَقَةِ وَجَعْلِهِ كَالِحاً؛ وَيَسْتَمِرُّ كَذَلِكَ لِمُدَّةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (2 – 4) سَاعَاتٍ، حَسْبَ اتِّسَاعِ قَاعِدَةِ مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْقَمَرِ، حَيْثُ يَعُودُ بَعْدَهَا لِقُرْصِ الشَّمْسِ بَرِيقُهُ السَّاطِعُ، وَلِنُورِ النَّهَارِ بَهْجَتُهُ وَطَلاَقَتُهُ.

وَيَتَكَرَّرُ حُدُوثُ الْكُسُوفِ الْجُزْئِيِّ مِنْ (2 – 3) مَرَّاتٍ فِي الْعَامِ الْوَاحِدِ، عِلْماً بِأَنَّ هُنَاكَ سِنِينَ لَمْ يَحْدُثْ فِيهَا أَيُّ كُسُوفٍ إِطْلاَقاً، إِمَّا لِعَدَمِ حُدُوثِ اقْتِرَانٍ أَوْ لأَنَّ الاقْتِرَانَ يَحْدُثُ حِينَ يَكُونُ الْقَمَرُ بَعِيداً بُعْداً كَبِيراً عَنِ الأَرْضِ، مِمَّا يَجْعَلُ نِهَايَةَ مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّهِ الَّذِي يُصِيبُ الأَرْضَ ذَا شَفَافِيَّةٍ كَبِيرَةٍ، الأَمْرُ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى عَدَمِ حَجْبِ أَيِّ جُزْءٍ مِنْ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ عَبْرَ الأَرْضِ.

الدَّوْرَةُ الْكُسُوفِيَّةُ Ecliptic cycle

لاَحَظَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ أَنَّ عَدَدَ مَرَّاتِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ بِنَوْعَيْهِ الْكَامِلِ وَالْجُزْئِيِّ يَتَكَرَّرُ ذَاتُهُ كُلَّ (18) سَنَةً وَ(8) أَشْهُرٍ، فَأَسْمَوا هَذِهِ الْفَتْرَةَ بِالدَّوْرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ. وَكَانَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ الْكَلْدَانِيُّونَ قَدْ تَوَصَّلُوا إِلَى مَعْرِفَةِ تِلْكَ الدَّوْرَةِ، وَأَسْمَوْهَا (سَارُوس)، إِنَّمَا أَخْطَؤُوا خَطَأً بَسِيطاً فِي طُولِ تِلْكَ الدَّوْرَةِ، إِذِ اعْتَبَرُوهَا (18) سَنَةً وَ(10) أَيَّامٍ إِذَا كَانَتِ السَّنَةُ الَّتِي انْتَهَتْ فِيهَا الدَّوْرَةُ عَادِيَّةً، وَ(18) سَنَةً وَ(11) يَوْماً إِذَا كَانَتِ السَّنَةُ الَّتِي انْتَهَتْ فِيهَا الدَّوْرَةُ كَبِيسَةً. وَالسِّرُّ فِي حُدُوثِ تِلْكَ الدَّوْرَةِ:

أ) اخْتِلاَفُ مَكَانِ عُقْدَةِ الصُّعُودِ:

إِنَّ عُقْدَةَ الصُّعُودِ، أَيْ نُقْطَةَ تَقَاطُعِ خَطِّ الاسْتِوَاءِ مَعَ مَدَارِ الْقَمَرِ وَمَعَ الدَّائِرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ لَيْسَتْ ثَابِتَةً فِي مَكَانِهَا، وَإِنَّمَا تَتَحَرَّكُ بِحَرَكَةٍ تَرَاجُعِيَّةٍ عَلَى الدَّائِرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ بِمِقْدَارِ (38 . 10 . 2) يَوْمِيّاً، أَيْ أَنَّهَا تَتَحَرَّكُ نَحْوَ الْجِهَةِ الْمُعَاكِسَةِ لِجِهَةِ دَوَرَانِ الْقَمَرِ.

فَلَوْ فَرَضْنَا أَنَّ نُقْطَةَ الصُّعُودِ كَانَتْ أَمَامَ خَطِّ طُولِ (0) السَّمَاوِيِّ، فَإِنَّ تِلْكَ النُّقْطَةَ لاَ تَعُودُ إِلَى مَكَانِهَا إِلاَّ بَعْدَ (18) سَنَةً وَ(8) أَشْهُرٍ.

ب) عَدَمُ ثَبَاتِ مَدَارِ الْقَمَرِ فِي مَكَانِهِ:

إِذْ بَعْدَ أَنْ يَكُونَ مَدَارُ الْقَمَرِ حَاصِراً الدَّائِرَةَ الْكُسُوفِيَّةَ بَيْنَهُ

وَبَيْنَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، وَمُشَكِّلاً بَيْنَهُ وَبَيْنَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ فِي أَبْعَدِ نُقْطَةٍ عَنْهُ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (45 .28ْ)، يَأْخُذُ بِالاقْتِرَابِ مِنْ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، وَتَأْخُذُ الزَّاوِيَةُ الَّتِي يُشَكِّلُهَا مَيْلُهُ عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ بِالصِّغَرِ بِمِقْدَارِ (18) دَقِيقَةً كُلَّ (173) يَوْماً. وَيَظَلُّ مُسْتَمِرّاً فِي اقْتِرَابِهِ ذَاكَ حَتَّى يُصْبِحَ مَحْصُوراً بَيْنَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَة، وَتُصْبِحَ الزَّاوِيَةُ الَّتِي يُشَكِّلُهَا مَيْلُهُ عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ (27 .18ْ)، وَهِيَ أَقْرَبُ مَسَافَةٍ إِلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ يَبْلُغُهَا مَدَارُ الْقَمَرِ. وَيَكُونُ قَدِ انْقَضَى مُنْذُ بِدَايَةِ تَحَرُّكِ مَدَارِ الْقَمَرِ، وَحَتَّى بُلُوغِهِ هَذِهِ الْمَرْحَلَةَ، مُدَّةُ (18) سَنَةً وَ(8) أَشْهُرٍ، أَيْ دَوْرَةٌ كُسُوفِيَّةٌ كَامِلَةٌ.

وَلِكَيْ يَعُودَ الْقَمَرُ إِلَى أَبْعَدِ نُقْطَةٍ لَهُ عَنْ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، وَالَّتِي كَانَ فِيهَا، يَحْتَاجُ إِلَى فَتْرَةِ (18) سَنَةٍ وَ(8) أَشْهُرٍ، أَيْ إِلَى فَتْرَةٍ كُسُوفِيَّةٍ كَامِلَةٍ ثَانِيَةٍ.

وَلاَ بُدَّ مِنْ أَنْ نُلاَحِظَ فِي هَذَا الْمَجَالِ أَنَّ مَدَارَ الْقَمَرِ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي أَبْعَدِ نُقْطَةٍ لَهُ عَنْ خَطِّ الاسْتِوَاءِ يُشَكِّلُ مَعَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (18 .5ْ) دَرَجَاتٍ، وَمَعَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (45 .28ْ)، وَهِيَ زَاوِيَةٌ مُوجِبَةٌ بِالنِّسْبَةِ لِنِصْفِ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الشَّمَالِيِّ وَسَالِبَةٌ بِالنِّسْبَةِ لِنِصْفِ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيِّ. أَمَّا مَدَارُهُ فِي أَقْرَبِ نُقْطَةٍ لَهُ إِلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ فَيُشَكِّلُ مَعَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (5ْ) دَرَجَاتٍ فَقَطْ، وَمَعَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (27 .18ْ) دَرَجَةً.

شَمْسَ منتَصَف اللَّيْل

فِيْ شَمَالِ الكُرةِ الأرضِيَّة وَنَتيجةً لِمَيَلانِ مِحْورِ الأَرض فإنَّ الشَّمس قَدْ تُشرقُ عِدَّةَ أَشْهرٍ مُتَوالية، كَما نُشاهِدُ هُنا شَمسَ مُنتَصَف اللَّيل **Midnight sun** في النَّرويج.

عُمْرُ الشَّمْسِ

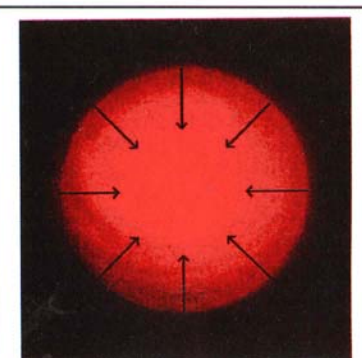
لَقَدْ مَضَى عَلَى تَكَوُّنِ الشَّمْسِ، حَسْبَمَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ الدِّرَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ، (4600) مِلْيونِ سَنَةٍ. وَيُقَدَّرُ أَنَّهُ لاَ زَالَ أَمَامَهَا (4600) مِلْيونِ سَنَةٍ أُخْرَى حَتَّى تَنْطَفِئَ، إِذِ اسْتَهْلَكَتْ حَتَّى الآنَ نِصْفَ كَمِيَّةِ غَازِ (الْهيدروجين) الْمَوْجُودِ فِيهَا، مُحَوِّلَةً إِيَّاهُ إِلَى غَازِ (الْهليوم) لِتَوْلِيدِ الطَّاقَةِ الْمُنْبَعِثَةِ مِنْهَا.



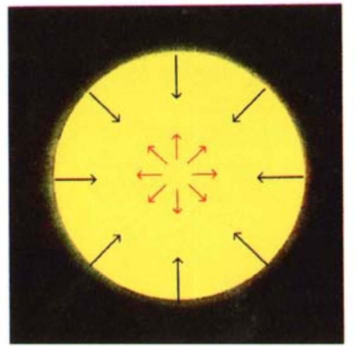
شَمْس مُنْتَصَفَ اللَيلُ في النَّرويج

وَهِيَ تَحْتَلُّ بَيْنَ نُجُومِ السَّمَاءِ مَرْكَزاً وَسَطاً؛ فَلاَ هِيَ مِنَ النُّجُومِ الصَّغِيرَةِ ذَاتِ الإِشْعَاعِ الْقَلِيلِ، وَلاَ هِيَ مِنَ النُّجُومِ الْكَبِيرَةِ ذَاتِ النُّورِ الْمَهِيبِ.

وَتَسْتَهْلِكُ الشَّمْسُ غَازَهَا الْهيدرُوجِينِيَّ بِمُعَدَّلِ (40) مليون طناً فِي الثَّانِيَةِ، مُحَوِّلَةً إِيَّاهُ إِلَى غَازِ (الْهليوم) الَّذِي يُطْلَقُ عَلَيْهِ اسْمَ (رَمَادُ الْهيدروجين)، إِلاَّ أَنَّ هَذَا الاسْتِهْلاَكَ لَنْ يَبْقَى مُنْتَظَماً عَلَى هَذَا الشَّكْلِ، لأَنَّ مَادَّةَ (الْهليوم) الَّتِي



الشَّمسُ وُجِدَتْ مُنذُ نَحو (4.6 مليار سنة) عِنْدَما تَجمَّعَ الغُبارُ والغازُ مِنَ الفَضاءِ بِوساطَةِ الجاذِبيَّةِ (الأسْهُم السَّوْداء) وعِنْدَما تَقلَّصتْ هَذِهِ الطَّاقَةُ الشَّمسيَّةُ ازْدادَتِ الحَرارَةُ عِندَ المَركَزِ، فَنشطت التَّفاعُلاتُ الحَراريَّةُ النَّوويَّةُ مُنتِجةً الطَّاقَة.



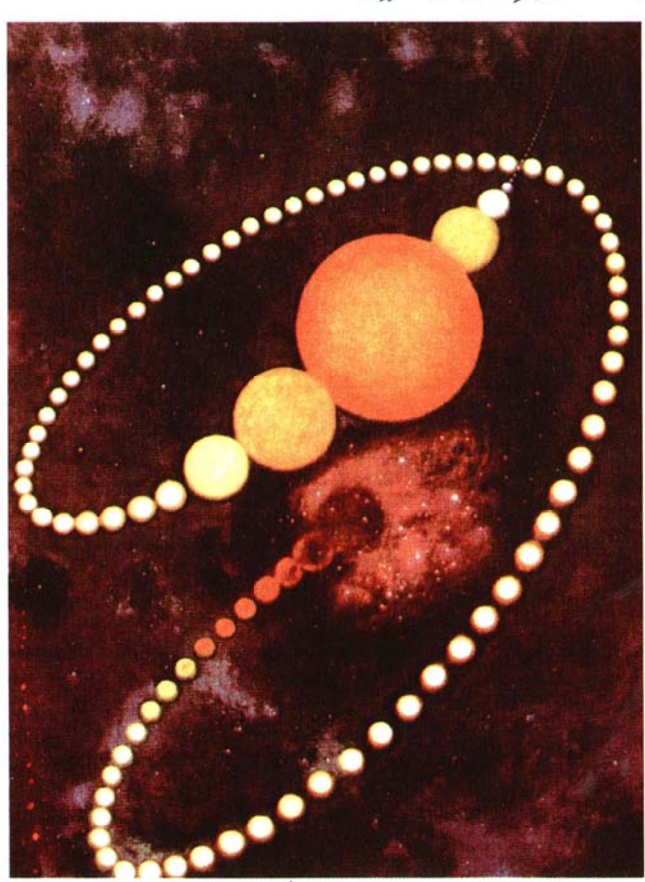
الشَّمسُ حالِياً نجمٌ صَغيرٌ أصْفرُ وتَحتفِظُ بِحَجمِها لأنَّ الحَرارَة بِداخِلِها تُحدثُ ضَغْطاً (الأسهم الحمراء) تَتعادلُ قُوَّتُهُ مَعَ قُوةِ جَذْبِ الشَّمسِ، وهَذا التَّوازُنُ يَعملُ عَلَى إِبْقاءِ الغازاتِ في الشَّمسِ دونَ أنْ تَتماسَك.

يَزْدَادُ حَجْمُهَا فِي الشَّمْسِ سَتُزِيدُ مِنْ حَجْمِ النَّوَاةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَعِنْدَهَا سَتَحْدُثُ تَفَاعُلاتٌ جَدِيدَةٌ تَدْفَعُ الشَّمْسَ لاسْتِهْلاكِ وَقُودِهَا الْهِيدرُوجِينِيِّ بِشَكْلٍ أَسْرَعَ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُهَا تَنْتَفِخُ وَيَكْبُرُ قُطْرُهَا، وَيَزْدَادُ مِقْدَارُ الْحَرَارَةِ الَّتِي تَشُعُّهَا.

وَقَدْ قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ أَنَّهُ بَعْدَ مُضِيِّ (1000) مِلْيونِ سَنَةٍ فَقَطْ، سَتَرْتَفِعُ الْحَرَارَةُ فِي الشَّمْسِ ارْتِفَاعاً كَبِيراً، وَسَتَرْتَفِعُ تِبْعاً لِذَلِكَ حَرَارَةُ الْكَوَاكِبِ الشَّمْسِيَّةِ، وَمِنْهَا الأَرْضَ الَّتِي تُصْبِحُ حَرَارَتُهَا فِي حُدُودِ (5000) دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ، وَعِنْدَهَا سَتَغْلِي مِيَاهُ الْمُحِيطَاتِ وَالْبِحَارِ وَالْبُحَيْرَاتِ وَالأَنْهَارِ، وَتَتَبَخَّرُ، وَسَيَذُوبُ عَدَدٌ كَبِيرٌ مِنَ الْمَعَادِنِ، كَمَا سَتَلْتَهِبُ قِشْرَةُ الأَرْضِ. وَتُرَى الشَّمْسُ عِنْدَهَا كُرَةً ضَخْمَةً بُرْتُقَالِيَّةَ اللَّوْنِ، لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَتَحَوَّلَ بَعْدَ مِئَاتِ مَلاَيِينِ السِّنِينَ إِلَى كُرَةٍ حَمْرَاءَ اللَّوْنِ، حَيْثُ تَدْخُلُ فِي زُمْرَةِ النُّجُومِ الْمُسَمَّاةِ (الْمَرَدَةُ الْحُمْرُ). وَتَظَلُّ عَلَى هَذِهِ الْحَالِ حَوَالَيْ (2000) مِلْيونِ عَامٍ، وَهِيَ آخِذَةٌ خِلاَلَ ذَلِكَ بِالانْكِمَاشِ التَّدْرِيجِيِّ عَلَى نَفْسِهَا، كَمَا تَفْقِدُ جَمِيعَ وَقُودِهَا الْهِيدرُوجِينِيِّ، وَيُصْبِحُ النُّورُ الْبَاهِتُ الَّذِي تَشُعُّهُ هُوَ النُّورُ النَّاتِجُ عَنِ الْحَرَكَةِ التَّثَاقُلِيَّةِ، أَيْ عَنْ ضَغْطِ الأَطْرَافِ عَلَى النَّوَاةِ. وَيَظَلُّ انْكِمَاشُهَا عَلَى نَفْسِهَا مُسْتَمِرّاً حَتَّى يُصْبِحَ حَجْمُهَا أَصْغَرَ مِنْ حَجْمِ الأَرْضِ، وَيَنْقَلِبَ لَوْنُ أَشِعَّتِهَا لِتُصْبِحَ بَيْضَاءَ، وَعِنْدَهَا تَكُونُ الشَّمْسُ قَدْ دَخَلَتْ فِي زُمْرَةِ النُّجُومِ الْمُسَمَّاةِ (الأَقْزَامُ الْبَيْضَاءُ)، وَيُصْبِحَ وَزْنُ كُتْلَةٍ مِنْهَا بِحَجْمِ دَلْوِ الْمَاءِ مُعَادِلاً لِوَزْنِ بَارِجَةٍ حَرْبِيَّةٍ ضَخْمَةٍ.

وَمَعَ ذَلِكَ، فَسَتَظَلُّ الشَّمْسُ قَادِرَةً عَلَى إِرْسَالِ الأَشِعَّةِ الْمُسَمَّاةِ (مَا تَحْتَ الْحَمْرَاءِ) لِمُدَّةِ (5) مِلْيَارت أُخْرَى مِنَ السِّنِينَ لِتَنْطَفِئَ جَذْوَتُهَا نِهَائِيّاً، حَيْثُ يَتَوَقَّفُ التَّفَاعُلُ النَّوَوِيُّ فِيهَا تَمَاماً، وَتَعُمُّ الظُّلْمَةُ الْفَضَاءَ الْمُحِيطَ بِالشَّمْسِ وَالأَبْعَادَ الْفَضَائِيَّةَ الْكَبِيرَةَ الْقَائِمَةَ حَوْلَهَا.

وَقَدِ اسْتَبْعَدَ الْعُلَمَاءُ إِمْكَانِيَّةَ حُدُوثِ انْفِجَارٍ فِي شَمْسِنَا وَهِيَ فِي طَرِيقِهَا إِلَى التَّضَخُّمِ، وَالدُّخُولِ فِي زُمْرَةِ الْعَمَالِقَةِ الْحُمْرِ الَّتِي يَنْفَجِرُ بَعْضُهَا؛ وَقَالُوا إِنَّ حُدُوثَ مِثْلِ هَذَا الانْفِجَارِ لِشَمْسِنَا هُوَ احْتِمَالٌ بَعِيدُ الْوُقُوعِ، إِذْ لاَ تَتَجَاوَزُ فُرْصَةُ حُدُوثِهِ نِسْبَةَ وَاحِدٍ إِلَى عِدَّةِ بَلاَيِينَ.

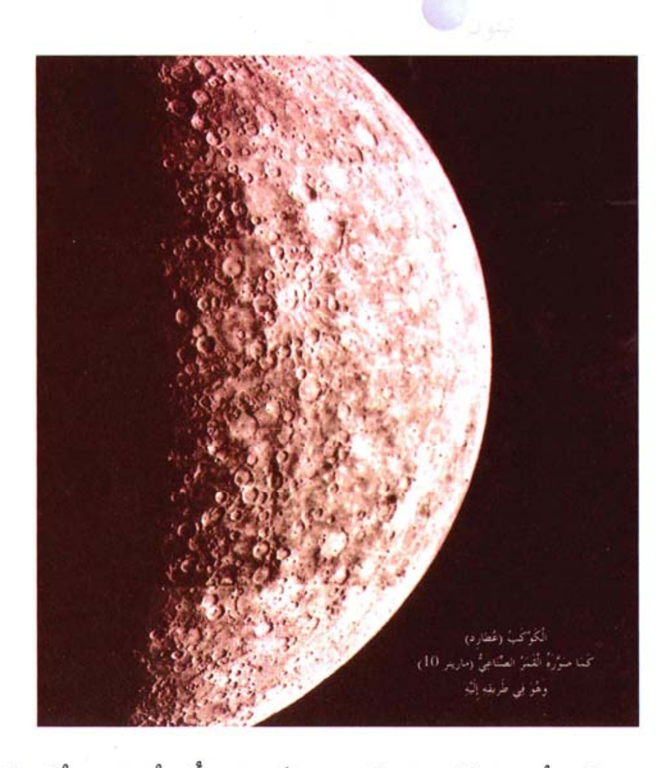


يُقدِّرُ العُلماءُ أنَّ الشَّمسَ سَتَتَمَدَّدُ خِلالَ خَمسةِ مِلياراتٍ أُخرى مِنَ الأعْوامِ بَعدَ أنْ يَنفد القِسمُ الأكْبرُ مِنَ الهيدروجين وَتَتحوَّلَ إلى كُرةٍ حَمْراءَ عِملاقَةٍ تَبتلعُ الزُّهرَة وعُطارِدَ وتَجعلُ سَطحَ الأرْضِ شِبهَ ذائب. وسَوفَ تَتمدَّدُ الطَّبقاتُ الخارِجيَّةُ في الفَضاءِ وَتُصبِحُ الشَّمسُ بَعدَ ذَلِكَ ما يُسمَّى «بِالقَزم الأبيضِ» وعِنْدَما تَبردُ فَلَن يَبْقى مِنْها إلا ما يُسمّى «بِالقزمِ الأسودِ».

عطارد

عُطَارِدُ
Mercury
(الكَوكَبُ الحارّ)

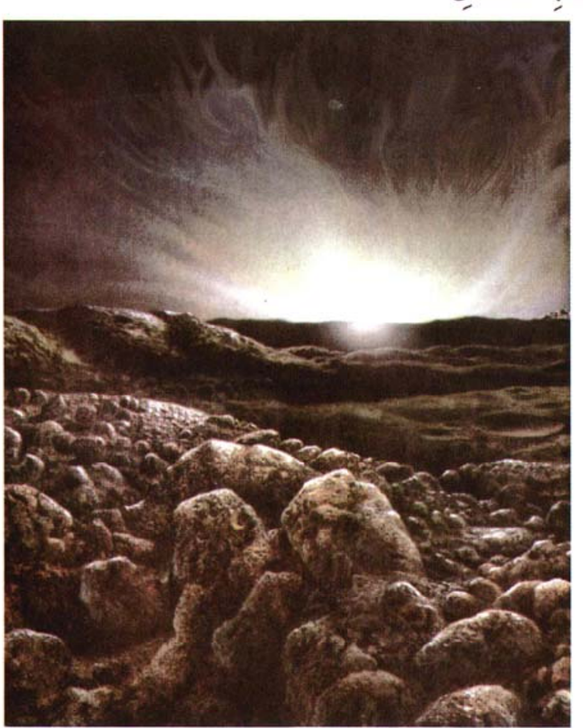
أَقْرَبُ الْكَواكِبِ إِلَى الشَّمْسِ، إِذْ لاَ تَفْصِلُهُ عَنْهَا إِلاَّ مَسَافَةُ (57.9) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ، كَمَا أَنَّهُ أَصْغَرُ كَوْكَبٍ بَيْنَ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ؛ وَقُرْبُ الْكَوْكَبِ (عُطَارِد) مِنَ الشَّمْسِ جَعَلَ رَصْدَهُ صَعْباً، فَهُوَ لاَ يُرَى إِلاَّ فِي أَدْنَى الأُفُقِ الشَّرْقِيِّ بُعَيْدَ شُرُوقِ الشَّمْسِ، وَفِي أَدْنَى الأُفُقِ الْغَرْبِيِّ قُبَيْلَ غُرُوبِ الشَّمْسِ.



الْكَوكَبُ (عُطارِد)
كَما صوّرهُ الْقَمَرُ الصّناعيُّ (مارينر 10)
وَهُوَ في طَريقه إِلَيْه

وَيُعِيقُ رَصْدَهُ رَصْداً وَاضِحاً، سُمْكُ الْغِلافِ الْغَازِيِّ الأَرْضِيِّ الْقَائِمِ بَيْنَنَا وَبَيْنَهُ، وَكَثَافَةُ ذَلِكَ الْغِلافِ، بِسَبَبِ قُرْبِهِ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ، حَيْثُ تَكْثُرُ فِيهِ ذَرَّاتُ الْغُبَارِ. إِنَّهُ نَفْسُ الأَمْرِ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى جَعْلِ نُورِ الشَّمْسِ ضَعِيفاً عِنْدَ شُرُوقِهَا وَعِنْدَ غُرُوبِهَا، إِذْ يَتَحَوَّلُ قُرْصُهَا السَّاطِعُ إِلَى قُرْصٍ ذِي لَوْنٍ أَحْمَرٍ قَانٍ يُمْكِنُ لِلإِنْسانِ أَنْ يَنْظُرَ إِلَيْهِ أَحْيَاناً بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ. وَنَفْسُ الأَمْرِ يَحْدُثُ لِلْقَمَرِ عِنْدَ شُرُوقِهِ وَغُرُوبِهِ، إِذْ يُصْبِحُ قُرْصُهُ الْفِضِّيُّ بَاهِتاً مَائِلاً إِلَى الاحْمِرَارِ.

لِذَا فَإِنَّ الْمَعْلُومَاتِ الدَّقِيقَةَ عَنِ الْكَوْكَبِ (عُطارِد)، وَعَنْ سَطْحِهِ بِصُورَةٍ خَاصَّةٍ، لَمْ تَتَوَفَّرْ إِلاَّ بَعْدَ اسْتِخْدَامِ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ فِي أَعْمَالِ السَّبْرِ وَالْكَشْفِ الْفَضَائِيَّيْنِ، إِذِ اسْتَطَاعَ الْقَمَرُ الصِّنَاعِيُّ الْمُسَمَّى (مارينر ـ10) الَّذِي أَطْلَقَتْهُ الْوِلاَيَاتُ الْمُتَّحِدَةُ بِاتِّجَاهِ هَذَا الْكَوْكَبِ فِي عَامِ 1974م، أَنْ يَقْتَرِبَ مِنْهُ حَتَّى مَسَافَةِ (800)كم، إِذْ قَامَ بِتَصْوِيرِ سَطْحِهِ وَجَمْعِ



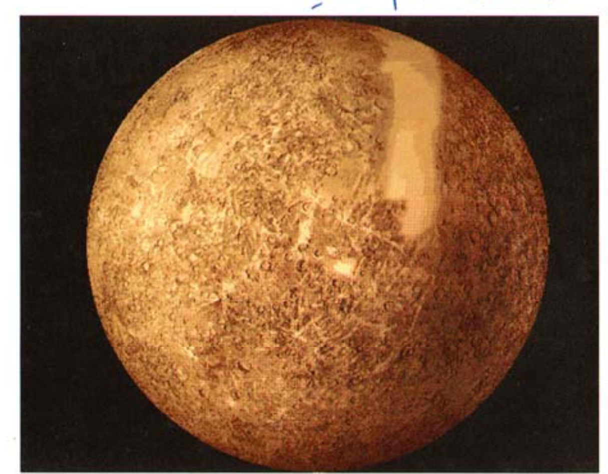
تَبدأُ تَباشيرُ الفَجْرِ في عُطارِدَ الذي سُطوعُهُ أَشَدُّ مِن سُطوعِ الفَجْرِ عَلى الأَرْضِ بِعَشرِ مَرات، بِتوهُجات مِنَ الإكليلِ الشَّمسي مُمتدَة عَلى الأُفُق، وهِيَ تُضيءُ مُنحدراتُ ديسكفري الشَّديدَة.

الْمَعْلُومَاتِ عَنْهُ، وَبِبَثِّ تِلْكَ الصُّوَرِ وَنَقْلِ تِلْكَ الْمَعْلُومَاتِ إِلَى مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الأَرْضِيَّةِ فِي الْوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ؛ وَعِنْدَهَا أَمْكَنَ التَّعَرُّفُ إِلَى سَطْحِهِ، وَبُنْيَتِهِ، وَجَوِّهِ، وَحَقْلِهِ الْمِغْنَاطِيسِيِّ، وَإِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي سَنَسْتَعْرِضُهَا فِيمَا يَلِي:

شَكْلُ عُطَارِد

كَوْكَبٌ كُرَوِيٌّ، لاَ تَفَلْطُحَ فِيهِ عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ، كَمَا أَنَّهُ غَيْرُ مُنْتَفِخٍ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهِ، وَالسِّرُّ فِي ذَلِكَ رَاجِعٌ إِلَى دَوْرَتِهِ الْبَطِيئَةِ حَوْلَ نَفْسِهِ، مِمَّا أَدَّى إِلَى ضَعْفِ شَأْنِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ فِيهِ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ.

أَبْعَادُ وَحَجْمُ عُطَارِد



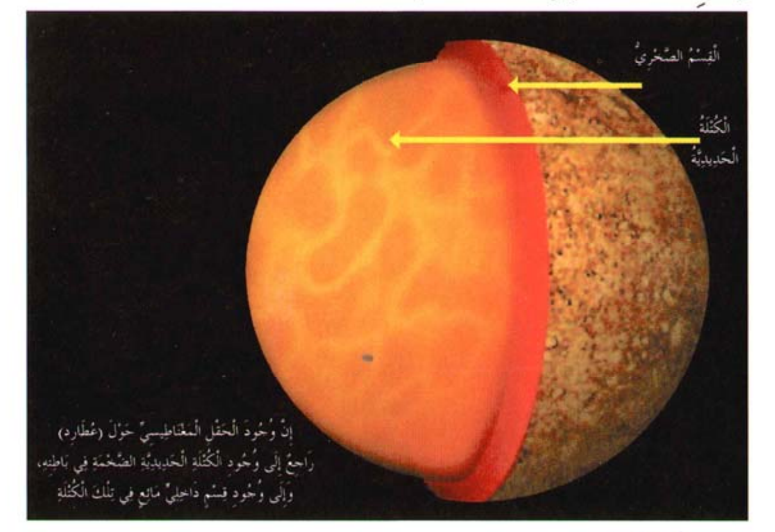
يَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِ هَذَا الْكَوْكَبِ (2439)كم، وَبِذَلِكَ يَكُونُ أَصْغَرَ الْكَوَاكِبِ حَجْماً، إِذْ لاَ يُعادِلُ حَجْمُهُ إِلاَّ (18/1) مِنْ حَجْمِ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ.



حَجْمُ عُطَارِد مُقَارَنَةً بِحَجْمِ الأَرْض

كَثَافَةُ عُطارِد

كَثَافَةُ هَذَا الْكَوْكَبِ مُرْتَفِعَةٌ، بِرَغْمِ صِغَرِ حَجْمِهِ، بِسَبَبِ ضَخَامَةِ كُتْلَتِهِ الْبَاطِنِيَّةِ الْمُؤَلَّفَةِ مِنْ مَعْدِنِ الْحَدِيدِ فِي الدَّرَجَةِ الأُولَى، وَالَّتِي تَشْغَلُ (75%) مِنْ حَجْمِهِ. وتبلغ كثافته (5.44)غ/سم3 وَهِيَ كَثَافَةٌ قَرِيبَةٌ جِدّاً مِنْ كَثَافَةِ الأَرْضِ بِرَغْمِ الْفَرْقِ الْكَبِيرِ بَيْنَ حَجْمَيْهِمَا كَمَا مَرَّ مَعَنَا.



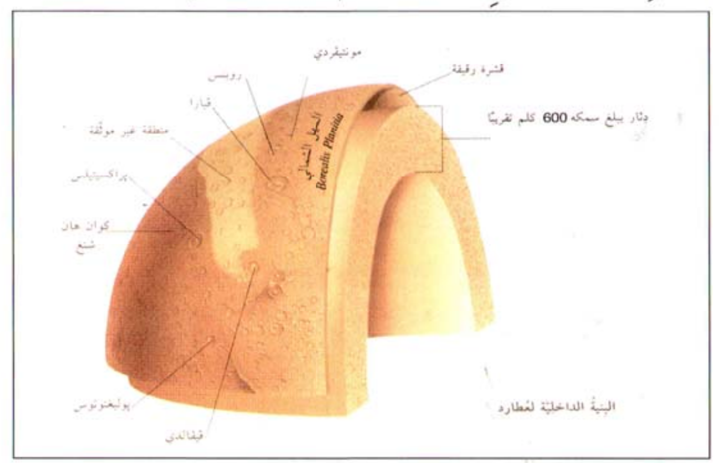
إِنَّ وُجُودَ الْحَقْلِ الْمِغْنَاطِيسِيِّ حَوْلَ (عُطَارِد) رَاجِعٌ إِلَى وُجُودِ الْكُتْلَةِ الْحَدِيدِيَّةِ الضَّخْمَةِ فِي بَاطِنِهِ، وَإِلَى وُجُودِ قِسْمٍ دَاخِلِيٍّ مَائِعٍ فِي تِلْكَ الْكُتْلَةِ

كُتْلَةُ عُطارِد

نَظَراً لِصِغَرِ حَجْمِهِ، فَإِنَّ كُتْلَتَهُ لاَ تُسَاوِي أَكْثَرَ مِنْ (0.055) مِنْ كُتْلَةِ الأَرْضِ.

بُنْيَةُ عُطارِد

يَتَأَلَّفُ هَذَا الْكَوْكَبُ مِنْ نَوَاةٍ حَدِيدِيَّةٍ ضَخْمَةٍ تَمْتَدُّ مِنْ مَرْكَزِهِ حَتَّى ارْتِفَاعِ (1800)كم، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهَا تَشْغَلُ



(75 %) مِنْ حَجْمِهِ، وَهَذَا مَا أَدَّى إِلَى رَفْعِ كَثَافَتِهِ، بِرَغْمِ صِغَرِ حَجْمِهِ، وَإِحَاطَتِهِ بِحَقْلٍ مِغْنَاطِيسِيٍّ. وَيَقُومُ فَوْقَ تِلْكَ النَّوَاةِ الْحَدِيدِيَّةِ غِطَاءٌ مِنَ الصُّخُورِ الْبُرْكَانِيَّةِ، وَاللاَّبَاتِ الْحُمَمِيَّةِ.

سَطْحُ عُطارِد

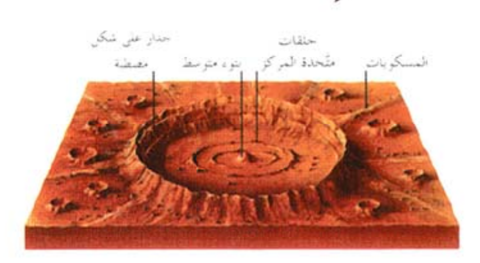
تَكَادُ تُغَطِّي سَطْحَ (عُطارِد) الْفُوَّهَاتُ النَّيْزَكِيَّةُ الضَّخْمَةُ الَّتِي تُشْبِهُ الْفُوَّهَاتِ البُرْكَانِيَّةَ، إِنَّمَا عَلَى مُسْتَوًى أَوْسَعَ، إِذْ يَصِلُ قُطْرُ بَعْضِهَا إِلَى نَحْوِ (100)كم، وَتُحِيطُ بِتِلْكَ الْفُوَّهَاتِ الْوَاسِعَةِ فُوَّهَاتٌ بُرْكَانِيَّةٌ صَغِيرَةٌ سَبَّبَتْهَا الانْدِفَاعَاتُ الْبُرْكَانِيَّةُ الَّتِي نَشَأَتْ عَنِ ارْتِطَامِ النَّيَازِكِ الضَّخْمَةِ بِسَطْحِهِ؛ تِلْكَ الانْدِفَاعَاتُ الَّتِي أَخَذَتْ طَرِيقَهَا إِلَى سَطْحِ الْكَوْكَبِ عَبْرَ الشُّقُوقِ الْعَدِيدَةِ الَّتِي سَبَّبَهَا ذَلِكَ الارْتِطَامُ النَّيْزَكِيُّ.



يَحتَوي المَوقع المُقابل قُطْرياً لِكالوريس عَلى تَضاريسَ شواشيَّة جِداً مُؤلَّفةً مِنْ تِلالٍ وصُدوعٍ تكوَّنَتْ عُقبَ الصَّدمةِ التي ضَربَتْ الجانبِ الآخَرِ مِنَ الكَوكَب. وقَدْ تكوَّنَت فُوهةُ بترارك (في الوَسط) مِنْ صَدْمَة حَدثَت في زَمنٍ أحدَث، وهَذا يَتبيَّنُ بوضوحٍ مِنْ ندرة الفَوهاتِ الأصغر المُنْتشرَةِ عَلى قاعِها الأملَس. غَيرَ أنَّ هَذهِ الصَّدمَةُ كانَتْ قويَّةً جِداً، إذ أذابَتْ الصُّخورَ التي تَدفَّقتْ سُيولاً عَبر قَناةٍ طولُها (100)كم وفاضَتْ في فَوهَةٍ مُجاوِرَة.

وَقَدْ غَطَّتِ الصُّخُورُ الْبُرْكَانِيَّةُ، وَالْمَسْكُوبَاتُ الْحُمَمِيَّةُ (اللاَّبَاتُ) وَمَا تَخَلَّفَ عَنْهَا مِنْ حِجَارَةٍ وَحَصًى وَأَتْرِبَةٍ بِفِعْلِ التَّفَكُّكِ الآلِيِّ الَّذِي أَصَابَهَا، سَطْحَ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ.

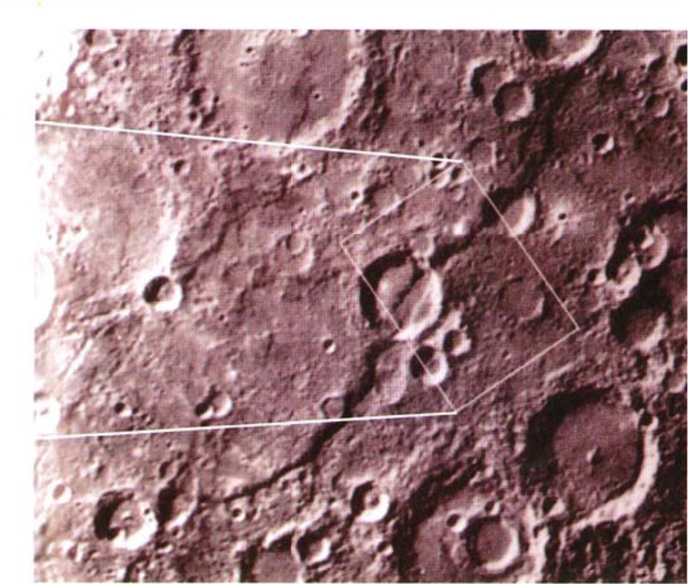
وَمِنْ أَهَمِّ التَّضَارِيسِ الأُخْرَى الَّتِي كَشَفَت عَنْهَا المركبة، (مارينَر ـ 10) وُجُودُ حَوْضٍ كَبِيرٍ عَلَى سَطْحِهِ، يَبْلُغُ طُولُ قُطْرِهِ (1300)كم، دُعِيَ بِحَوْضِ (كالوريس)، وَيُعْتَقَدُ أَنَّهُ نَاشِئٌ عَنِ اصْطِدَامِ نَيْزَكٍ ضَخْمٍ بِسَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ، هَذَا بِالإِضَافَةِ إِلَى عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ التِّلاَلِ ذَاتِ الشَّكْلِ الْمُشَوَّشِ تَمْلأُ سَطْحَ ذَلك الحَوْضِ.



تَكونَت فَوهةُ كالوريس حينَ ضَربتْ قَذيفةٌ عُملاقَةٌ قُطرها (100) كم كَوكب عُطارد مُنْذُ 3.6 بليون سنة. وقَد انْتشرت مَوجاتُ صُدم في الكَوكبِ مَولِّدة تَضاريس مِنَ التِلالِ والخُطوطِ في الجِهةِ المُقابلَةِ، وتتألَّفُ حَوْض كالوريس نَفسها من مَوْجاتٍ مُتمرْكِزةٍ تَجمَّدت في مَكانِها بَعدَ الصدم. وقَد غَطى القاعُ المُنبسطُ للفَوهةِ التي قُطرُها (1300)كم وقَد غُطي مُنذُ ذلِكَ الحين بِفوهاتٍ أصْغَر.

كَمَا تَنْتَشِرُ عَلَى سَطْحِهِ جُرُوفٌ صَخْرِيَّةٌ مِرْوَحِيَّةُ الشَّكْلِ، تَنْتَهِي بِجُدُرٍ قَائِمَةٍ، وَهِيَ ذَاتُ سَطْحٍ مُشَوَّشٍ أَيْضاً، وَتَمْتَدُّ لِمَسَافَاتٍ كَبِيرَةٍ، يَغْلِبُ عَلَى الظَّنِّ أَنَّهَا نَشَأَتْ عَنْ تَقَلُّصٍ وَتَمَدُّدٍ عَنِيفَيْنِ وَسَرِيعَيْنِ تَعَرَّضَ لَهُمَا سَطْحُ هَذَا الْكَوْكَبِ.







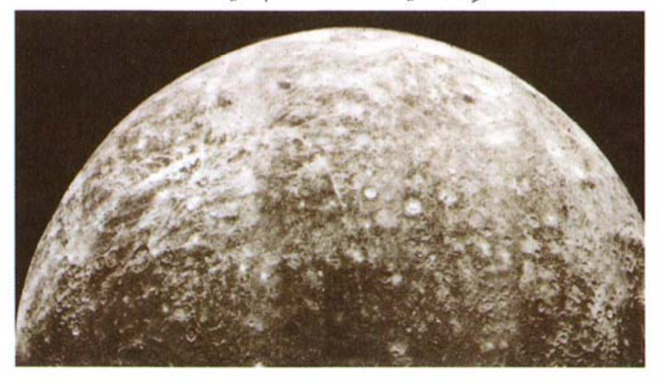
يَمتدُ خَندقُ ديسكفري مسافة (500) كم، كَما أنَّ ارْتِفاعهُ يبلغُ في بَعضِ الأمْكنةِ كيلومترين. إنَّهُ صدعٌ مُنخفضُ الزاويةِ وهُوَ واحِدٌ من عِدَّة صُدوعٍ تَنتشرُ عَلى سَطْحِ عُطارِد. ومِنَ المُحتملِ أنْ تكونَ هَذهِ الصُّدوعُ قَد تكوَّنتْ حينَ تَصلَّبَ قَلبُ عُطارِد وتَقلَّص. ونَتيجة لِذَلكَ تَعينَ عَلى القِشرة أنْ تَنْضغِط وتُغطِّي مَساحةً أصْغَر ويَحدثُ هَذا الانْضِغاطُ حينَ يَنزلقُ قسمٌ مِنَ القِشرةِ عَلى قِسمٌ آخر مُولِّداً الصَّدع.

يَرُدُّ الْعُلَمَاءُ التَّشْوِيشَ الَّذِي أَصَابَ تَضَارِيسَ هَذَا الْكَوْكَبِ إِلَى كَثْرَةِ الزَّلَازِلِ الَّتِي كَانَ يُسَبِّبُهَا ارْتِطَامُ النَّيَازِكِ الضَّخْمَةِ بِسَطْحِهِ، عِلْماً بِأَنَّ كَثِيراً مِنَ الشُّقُوقِ وَالأَوْدِيَةِ غَطَّتْهُ الْحِجَارَةُ وَالْحَصَى وَالأَتْرِبَةُ الَّتِي نَشَأَتْ عَنِ التَّفَكُّكِ الآلِيِّ لِلصُّخُورِ عَلَى سَطْحِهِ.

وَعَلَى السَّطْحِ الْمُقَابِلِ لِحَوْضِ (كالوريس)، تُوجَدُ مَجْمُوعَةٌ مِنَ التِّلَالِ الْمُتَقَارِبَةِ مِنْ بَعْضِهَا، وَالَّتِي تُعَادِلُ مِسَاحَتُهَا مِسَاحَةَ الْحَوْضِ تَقْرِيباً، مِمَّا دَعَا الْعُلَمَاءَ إِلَى الْقَوْلِ بِأَنَّهَا نَشَأَتْ بِفِعْلِ تلَاقِي الْهَزَّاتِ الزِّلْزَالِيَّةِ الَّتِي انْبَعَثَتْ مِنَ السَّطْحِ الْمُقَابِلِ لِمَكَانِ سُقُوطِ النَّيْزَكِ.

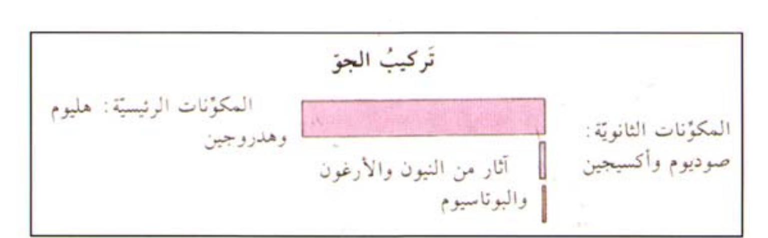
جَاذِبِيَّةُ عُطارِد

تَبْلُغُ جَاذِبِيَّةُ هَذَا الْكَوْكَبِ عِنْدَ سَطْحِهِ (8/3) جَاذِبِيَّةِ الأَرْضِ عِنْدَ سَطْحِهَا، أَيْ مَا يُعَادِلُ (0.378) مِنْ جَاذِبِيَّةِ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ السُّرْعَةَ اللاَّزِمَةَ لِلأَجْسَامِ كَيْ تَتَخَلَّصَ مِنْ جَاذِبِيَّتِهِ هِيَ (4.16)كم فِي الثَّانِيَةِ الْوَاحِدَةِ.



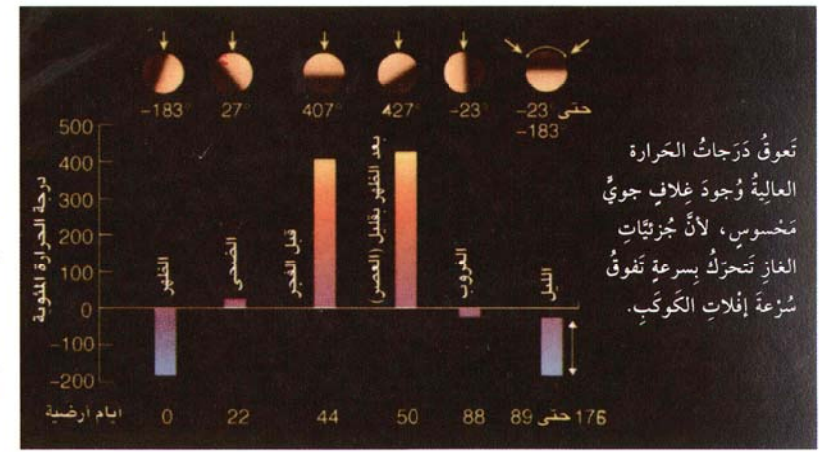
الْغِلَافُ الْجَوِّيُّ لِلْكَوْكَبِ عُطارِد

يَكَادُ يَكُونُ جَوُّ هَذَا الْكَوْكَبِ خَالِياً مِنَ الْهَوَاءِ، إِذْ لاَ نَجِدُ فِيهِ إِلاَّ كَمِيَّةً مَحْدُودَةً مِنْ غَازِ (الْهِليوم)، وَالسِّرُّ فِي ذَلِكَ رَاجِعٌ إِلَى ضَعْفِ جَاذِبِيَّتِهِ الَّتِي مَكَّنَتِ الْغَازَاتِ الأُخْرَى ذَاتَ الْوَزْنِ الأَخَفِّ مِنَ الْهُرُوبِ مِنْهُ، وَإِلَى قُرْبِهِ مِنَ الشَّمْسِ حَيْثُ تَمَكَّنَتِ الرِّيَاحُ الشَّمْسِيَّةُ مِنْ دَفْعِ مَا تَبَقَّى مِنَ الْغَازَاتِ فِيهِ بَعِيداً عَنْهُ بِاسْتِثْنَاءِ غَازِ (الْهِليوم) الثَّقِيلِ. كَمَا كَانَتِ الشَّمْسُ قَدْ ضَمَّتْ إِلَيْهَا مِنْ قَبْلُ، وَبِفِعْلِ جَاذِبِيَّتِهَا الْكَبِيرَةِ، قِسْماً كَبِيراً مِنْ غَازَاتِهِ.

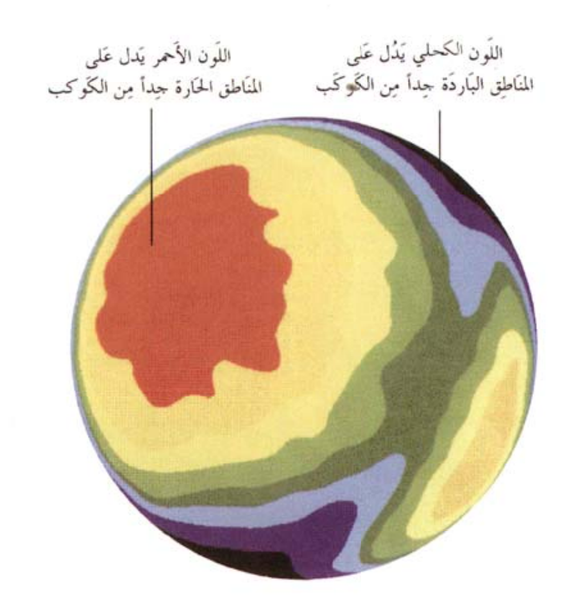


حَرَارَةُ سَطْح عُطارِد

تَرْتَفِعُ الْحَرارَةُ فِي الْوَجْهِ الْمُنَارِ مِنْ هَذَا الْكَوْكَبِ حَتَّى تَبْلُغَ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهِ (**450**) دَرَجَةً مِئَوِيَّةً، وَهِيَ حَرَارَةٌ كَافِيَةٌ لإِذَابَةِ مَعْدَنِ الرَّصَاصِ. أَمَّا وَجْهُهُ الْمُظْلِمُ فَتَسُودُ فِيهِ بُرُودَةٌ شَدِيدَةٌ تَصِلُ إِلَى (**-180**) دَرَجَةً مِئَوِيَّةً.



تَعوقُ دَرَجاتُ الحَرارة العالِيَةُ وُجودَ غِلافٍ جويٍّ مَحْسوسٍ، لأنَّ جُزَيْئاتِ الغازِ تَتحرّكُ بِسرعةٍ تَفوقُ سُرْعَةَ إفْلاتِ الكَوكَبِ.



في هذهِ الخارطَةِ الحَرارِيةِ لِعُطارد، يُشيرُ اللَّونُ الأحمرُ إلى أكْثَرِ المَناطِقِ حَرارةً عَلى سَطحِهِ، عِنْدما يُقابِلُ الكَوكبُ الشَّمْسَ. أمَّا اللَّونُ الكِحْليُّ فَهوَ يُشيرُ إلى أكْثَرِ المَناطقِ بُرودَةً عَلى سطحهِ. تَتغيَّرُ دَرجاتُ الحَرارَةِ عَلى سَطحِ عُطارِد من (450 درجة مِئَوية) نَهاراً إلى (-180°) دَرجَة مِئَوية لَيلاً.

مَدَارُ عُطارِد

مَدَارُ هَذَا الكَوْكَبِ اهْلِيلَجِيٌّ كَبِيرُ التَّفَلْطُحِ يَبْلُغُ طُولُ قُطْرِهِ الْكَبِيرِ (**115.8**) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ، وَعَلَى ذَلِكَ فَهُوَ أَكْثَرُ تَفَلْطُحاً مِنْ مَدَارَاتِ بَقِيَّةِ الكَواكِبِ، بِاسْتِثْنَاءِ مَدَارِ الْكَوْكَبِ، (بْلوتو) الَّذِي يَكُونُ تَفَلْطُحُ مَدَارِهِ أَكْبَرَ مِنْ تَفَلْطُحِ مَدَارِ أَيِّ كَوْكَبٍ آخَرَ.

وَهَذَا مَا يَجْعَلُ الْفَرْقَ كَبِيراً فِي الْمَسَافَةِ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَ (عُطارِد) كَبِيرَةً، يَغْلِبُ عَلَى الظَّنِّ أَنَّهَا نَشَأَتْ عَنْ تَقَلُّصٍ وَتَمَدُّدٍ عَنِيفَيْنِ وَسَرِيعَيْنِ تَعَرَّضَ لَهُمَا سَطْحُ هَذَا الْكَوْكَبِ؛ فَهُوَ حِيْنَ يَقْتَرِبُ مِنَ الشَّمْسِ، لاَ تَزِيدُ الْمَسَافَةُ بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا عَنْ (**45.8**) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ، وَذَلِكَ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الْحَضِيضِ) - أَيْ فِي أَقْرَبِ نُقْطَةٍ إِلَى الشَّمْسِ يَبْلُغُهَا أَثْنَاءَ دَوَرَانِهِ حَوْلَهَا - ثُمَّ يَبْتَعِدُ عَنْهَا حَتَّى تُصْبِحَ الْمَسَافَةُ بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا، عَلَى الطَّرَفِ الْمُقَابِلِ مِنَ الْمَدَارِ، (**70**) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ، حَيْثُ يُقَالُ بِأَنَّهُ فِي الأَوْجِ.



مَدَار عُطَارِد حَولَ الشَّمس

وَبِذَلِكَ يَصِلُ الْفَرْقُ بَيْنَ أَقْرَبِ نُقْطَةٍ لَهُ إِلَى الشَّمْسِ وَأَبْعَدِ نُقْطَةٍ لَهُ عَنْهَا إِلَى (**24.2**) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ، وَهِيَ الْمَسَافَةُ الْقَائِمَةُ بَيْنَ بُؤْرَتَيْ مَدَارِهِ الْوَاقِعَتَيْنِ عَلَى الْقُطْرِ الْكَبِيرِ لِذَلِكَ الْمَدَارِ.

وَإِذَا مَا نَسَبْنَا هَذِهِ الْمَسَافَةَ إِلَى طُولِ ذَلِكَ الْقُطْرِ، حَصَلْنَا عَلَى نِسْبَةٍ يُقَالُ لَهَا (نِسْبَةُ التَّرَاكُزِ) **Concentric ratio**. وَكُلَّمَا كَانَتْ تِلْكَ النِّسْبَةُ كَبِيرَةً، دَلَّتْنَا عَلَى أَنَّ مَدَارَ الْكَوْكَبِ كَثِيرُ التَّفَلْطُحِ، وَأَنَّ الْبُعْدَ بَيْنَ بُؤْرَتَيْهِ كَبِيرٌ كَمَا هُوَ الأَمْرُ عَلَيْهِ فِي مَدَارِ هَذَا الْكَوْكَبِ:

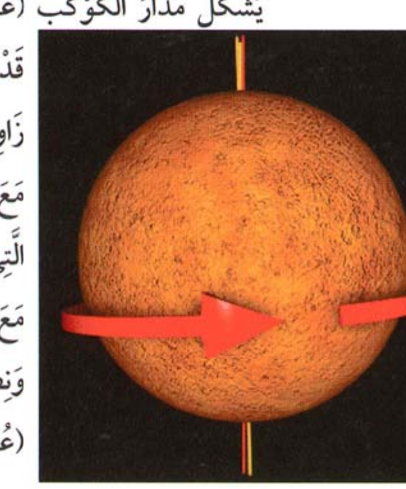
24.2 ÷ 115.8 = 0.208 نِسْبَةُ تَرَاكُزِ هَذَا الْكَوْكَبِ،

أَيْ مَا يُعَادِلُ (5/1) طُولِ الْقُطْرِ الْكَبِيرِ فِي مَدَارِه.

أَمَّا الْبُعْدُ الْمُتَوَسِّطُ لِهَذَا الْكَوْكَبِ عَنِ الشَّمْسِ فَهُوَ (9 . 57) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (378 . 0) وَحْدَةً فَلَكِيَّةً.

مَيْلِ مَدَارِ عُطارِد عَلَى مُسْتَوَى دَائِرَةِ الْكُسُوفِ

يُشَكِّلُ مَدَارُ الْكَوْكَبِ (عُطارِد) مَعَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (7) دَرَجَاتٍ، وَهِيَ أَكْبَرُ زَاوِيَةٍ تُشَكِّلُهَا مَدَارَاتُ بَقِيَّةِ الْكَواكِبِ مَعَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ بِاسْتِثْنَاءِ الزَّاوِيَةِ الَّتِي يُشَكِّلُهَا مَدَارُ الْكَوْكَبِ (بْلُوتو) مَعَ تِلْكَ الدَّائِرَةِ، وَالَّتِي تُعَادِلُ مَرَّتَيْنِ وَنِصْفاً مِنَ الزَّاوِيَةِ الَّتِي يُشَكِّلُهَا مَدَارُ (عُطارِد) مَعَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ.



مَيْلِ مِحْوَرِ عُطارِد عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ

يَمِيلُ الْكَوْكَبُ (عُطارِد) عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ بِمِقْدَارٍ يَقِلُّ قَلِيلاً عَنْ (2) دَرَجَةً، أَيْ إِنَّ مِحْوَرَهُ يُشَكِّلُ مَعَ الْعَمُودِ النَّازِلِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً يَقِلُّ مِقْدَارُهَا قَلِيلاً عَنْ (2) دَرَجَةً.

مُدَّةُ دَوَرَانِ عُطارِد حَوْلَ الشَّمْسِ

نَظَراً لِتَوْجِيهِ عطارد لأَحَدِ وَجْهَيْهِ بِصُورَةٍ دَائِمَةٍ لِلشَّمْسِ، فَإِنَّهُ يَظْهَرُ لَنَا، عِنْدَمَا يَكُونُ وَاقِعاً بَيْنَ الأَرْضِ وَالشَّمْسِ، عَلَى شَكْلِ هَلاَلٍ دَقِيقٍ، بَيْنَمَا نَرَاهُ، عِنْدَمَا تَكُونُ الشَّمْسُ وَاقِعَةً بَيْنَنَا وَبَيْنَهُ، عَلَى شَكْلِ قُرْصٍ مُنَارٍ. وَكَثْرَةُ مَيْلِ مِحْوَرِهِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ تُؤَدِّي إِلَى تَعَرُّضِ (8 %) مِنْ وَجْهِهِ الثَّانِي الْمُظْلِمِ لِلشَّمْسِ فِي مَنْطِقَةِ قُطْبِهِ الشَّمَالِيِّ عِنْدَمَا يَكُونُ ذَلِكَ الْقُطْبُ مَائِلاً بِاتِّجَاهِهَا، بَيْنَمَا يَخْتَفِي نَحْوَ (8 %) مِنْ وَجْهِهِ الْمُنَارِ فِي مَنْطِقَةِ قُطْبِهِ الْجَنُوبِيِّ عَنِ الشَّمْسِ، فَيُظْلِمُ.

خطٌّ متعامد مع المستوى المداريّ

مِحوَر الدَّوران

القطب الشماليّ

الميْل المحوريّ يعادل 2°

المستوى المداريّ

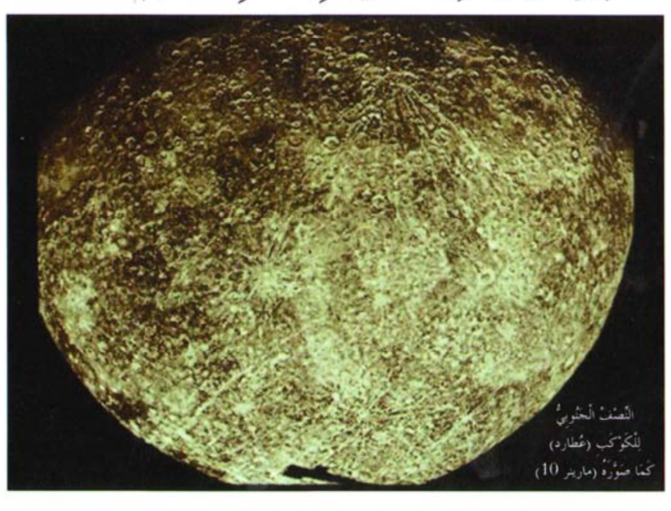
يستغرق دَوَران الكَوكَب حول نفسه 58 يومًا و16 ساعة

القطب الجنوبيّ

مَيْلُ عُطارِد وَدَوَرانُه

في عام 1995م، استطاعَ الفَلكيُّونَ اسْتقْبال مَوجاتٍ رادارِيةٍ مُرتَدةٍ مِن سَطحِ عُطارِد وَلدى قِياسِهم ما يُسمَّى بانْزِياح دوبلر في تَردُّداتِ المَوجاتِ المُنْعكِسةِ، كَشفوا المُدَّة اللازِمة لإنْجازِهِ دورَة كامِلَة حَولَ محْوَره الدَّوراني وقَدرُها (59 يوماً) وحَتى ذَلِك الحينِ كانَ يُظنُّ أنَّ هذهِ المُدّة تُساوي (88 يوماً)، أيْ أنَّها مُطابِقةٌ لِسنتهِ، وهَذا يَعْني أنَّ جانِباً واحِداً مِنَ الكَوكَبِ مِنْ دونِ غَيرِهِ كانَ يتَّجهُ دائِماً نَحوَ الشَّمسِ. ومِنَ المُحْتملِ أنْ يَكونَ عُطارِد الذي كانَ في بِدايتِهِ يَدورُ دَوراناً أسْرَع بِكثيرٍ حوْلَ مِحورِهِ، بَدّد مِن طاقَتِهِ خِلالَ أحْداثِ المَدِّ والجزْر مِمَّا أدَّى إلى تَباطئِهِ، ثُمَّ غَدا مُقيَّداً بِهذهِ السُّرعة بِفِعلِ عَملياتٍ مُبْهمة.

وَعِنْدَمَا يَمِيلُ الْقُطْبُ الْجَنُوبِيُّ لِهَذَا الْكَوْكَبِ نَحْوَ الشَّمْسِ، فَإِنَّ (8 %) مِنْ وَجْهِهِ الثَّانِي الْمُظْلِم، حَوْلَ مَنْطِقَةِ قُطْبِهِ الْجَنُوبِيِّ، يَنْكَشِفُ أَمَامَ الشَّمْسِ وَيُنَارُ، بَيْنَمَا يَخْتَفِي (8 %) مِنْ وَجْهِهِ الْمُنَارِ فِي مَنْطِقَةِ قُطْبِهِ الشَّمَالِيِّ عَنِ الشَّمْسِ، فَيُظْلِمُ.



النِّصفُ الجَنوبيُّ لِلكَوكَب (عُطارِد) كَمَا صَوَّرَهُ (مارينر 10)

وَعَلَى هَذَا فَإِنَّ الشَّمْسَ تَظَلُّ سَاطِعَةً، وَبِشَكْلٍ دَائِم، عَلَى مُعْظَم وَجْهِهِ الْمُوَجَّهِ نَحْوَهَا، بَيْنَمَا يُنَارُ جُزْءٌ مِنْ وَجْهِهِ الثَّانِي الْمُظْلِم، الْقَائِم حَوْلَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، مُدَّةَ (44) يَوْماً، يَخْتَفِي مُقَابِلَهَا عَنِ الشَّمْسِ، وَبِطُولِ تِلْكَ الْمُدَّةِ، جُزْءٌ مِنَ الْوَجْهِ الْمُنَارِ فِي الْقِسْمِ الْوَاقِعِ حَوْلَ مَنْطِقَةِ قُطْبِهِ الْجَنُوبِيِّ، ثُمَّ يَنْعَكِسُ الأَمْرُ بِالنِّسْبَةِ لِمَنْطِقَتَيْ الْقُطْبَيْنِ عِنْدَمَا يَمِيلُ الْقُطْبُ الْجَنُوبِيُّ لِهَذَا الْكَوْكَبِ نَحْوَ الشَّمْسِ كَمَا قَدَّمْنَا.

الْحَقْلُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ لِكَوْكَبِ عُطارِد

لَقَدْ كَشَفَتِ المرْكبَة (مارينَر-10)، عِنْدَ مُرُورِهَا قُرْبَ هَذَا الْكَوْكَبِ، عَنْ وُجُودِ حَقْلٍ مِغْنَاطِيسِيٍّ حَوْلَهُ، وَهَذَا رَاجِعٌ، كَمَا قَدَّمْنَا، إِلَى وُجُودِ الْكُتْلَةِ الْحَدِيدِيَّةِ الضَّخْمَةِ فِي بَاطِنِهِ، وَإِلَى وُجُودِ قِسْمٍ دَاخِلِيٍّ مَائِعٍ فِي تِلْكَ الْكُتْلَةِ، لا تَتَّفِقُ سُرْعَةُ دَوَرَانِهِ مَعَ دَوَرَانِ الْكَوْكَبِ حَوْلَ نَفْسِهِ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى نُشُوءِ ذَلِكَ الْحَقْلِ.



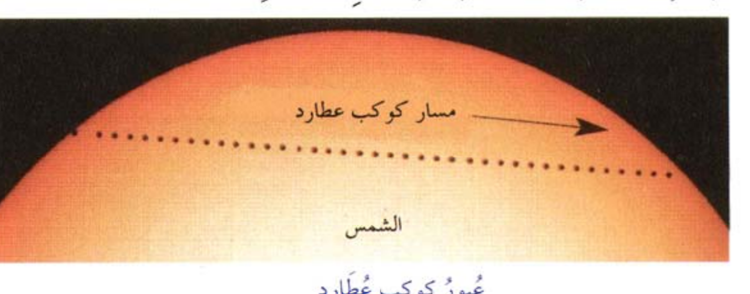
تُغَطِّي سَطحُ عُطارِد الصُّخورُ والفوهاتُ البُركانيةُ وهَذا الكَوكَب أكْبَرُ قَليلاً مِنْ قَمَرنا الأرضيّ وكَثافَتهُ عَاليةٌ بِالنِسبةِ إلى حَجْمِهِ. وهَذا يَقْتضي أنَّ لَهُ قَلباً حَديديًا كَبيراً، ولَهُ حَقلاً مِغْناطِيسياً قَويًّا مِمَّا يوحي بأنَّ بَعضَ أجْزاءِ قَلبِهِ مائِعَةٌ، ويُشكل الحَقلُ كُرةً مِغناطِيسيَّةً حَولَ الكَوكب تَقي جُزئيًا سَطحَهُ مِنَ العَواصِفِ العاتيَةِ للبرتوناتِ المُنْبعثَةِ مِنْ الشَّمسِ.

الْحَقْلُ الْكَهْرَبَائِيُّ لِكَوْكَبِ عُطارِدٍ

يُحِيطُ بِـ (عُطارِد) حَقْلٌ كَهْرَبَائِيٌّ ضَعِيفٌ تُوَلِّدُهُ الْمِغْنَاطِيسِيَّةُ الْمُنْبَعِثَةُ مِنْ جَوْفِهِ.

عُبورُ عُطارِد

في 7 أيار من عَام 2003م، عَبَر (عُطارِد) قُرصَ الشَّمسِ وتُسمّى هَذهِ الظَّاهرة ((بالعُبُور)) **Transition** وهُوَ يَحدثُ مَرةً أو مرَّتَين كُلَّ عَشرِ سَنوات، وقَدْ أُخِذت هَذهِ الصُّورةُ مِن خِلالِ المَركبةِ (سوهو) لِمدَّةِ خَمسِ سَاعَاتٍ.



عُبورُ كوكب عُطَارِد

تَوابِعُ عُطارِد

لاَ يَمْلِكُ هَذَا الْكَوْكَبِ أَيَّ تَابِعٍ، لِذَا فَهُوَ يَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ مُسْتَقِلاً بِذَاتِهِ.

الزُّهْرَة
Venus
(تَوْأَمُ الأرض)

يَحْتَلُّ هَذَا الْكَوْكَبُ الْمَرْتَبَةَ الثَّانِيَةَ بَعْدَ عُطارد مِنْ حَيْثُ بُعْدُهُ عَنِ الشَّمْسِ الَّذِي يَبْلُغُ (108.2) مَلايِينَ كِيلُومِتْرٍ، كَمَا يَأْتِي فِي الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ مِنْ حَيْثُ حَجْمُهُ بَعْدَ كَواكِبِ الْمُشْتَرِي وَزُحَل وَأورانوس وَنِبْتون وَالأَرْض. وَيَتَمَيَّزُ عَنْ بَقِيَّةِ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ بِنُورِهِ السَّاطِعِ، فَهُوَ يَأْتِي فِي

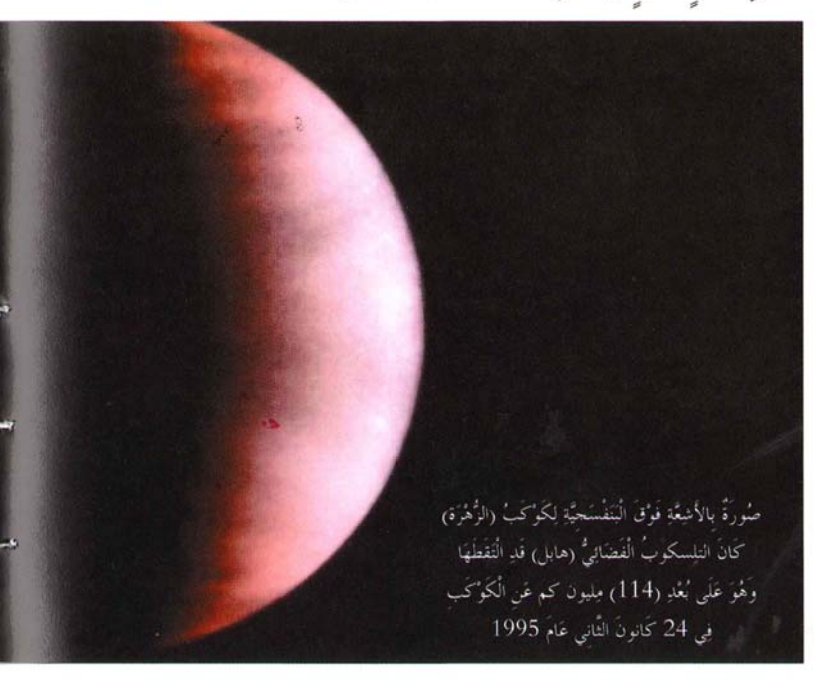

صُورَةٌ رَادَارِيَّةٌ لِكَوْكَبِ (الزُّهْرَة)، تُبَيِّنُ الْمَنَاطِقُ اللاَّمِعة فِيهَا السُّطوح الوَعِرَةَ بَيْنَمَا تُبَيِّنُ المَناطِقُ المُظْلِمَةُ السُّطوح المَلْسَاء أَوْ المُغَطَّاة بالغُبَار

الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ مِنْ حَيْثُ لَمَعَانُه، بَعْدَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ، بَيْنَ أَجْرَامِ السَّمَاءِ.

وَأَكْثَرُ مَا نَرَاهُ عِنْدَ الْفَجْرِ فِي الأُفُقِ الشَّرْقِيِّ، لِذَا دَعَاهُ الْبَعْضُ بِاسْمِ (كَوْكَبِ الصُّبْح)، بَيْنَمَا دَعَاهُ آخَرُونَ بِاسْم (كَوْكَبِ الرَّاعِي) لأَنَّهُ يَظْهَرُ فِي الأُفُقِ الشَّرْقِيِّ مَعَ تَوَجُّهِ الرُّعَاةِ بِسَوَائِمِهِمْ إِلَى الْمَرَاعِي، كَمَا يَظْهَرُ فِي الأُفُقِ الْغَرْبِيِّ مَسَاءً عِنْدَ عَوْدَةِ الرُّعَاةِ مَعَ سَوَائِمِهِمْ مِنْ تِلْكَ الْمَرَاعِي.

وَهُوَ أَوَّلُ كَوْكَبٍ يَظْهَرُ فِي السَّمَاءِ لَيْلاً، وَآخِرُ كَوْكَبٍ يَضْمَحِلُّ نُورُهُ عِنْدَمَا يَنْسَلِخُ اللَّيْلُ وَتُنْسَجُ خُيُوطُ النَّهَارِ. حَتَّى إِنَّهُ لَيَظْهَرُ قُرْبَ الظَّهِيرَةِ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ فِي السَّمَاءِ أَحْيَاناً، لِذَا يَرِدُ عَلَى الأَلْسِنَةِ قَوْلُهَا: (كَوْكَبُ الظُّهْرِ) وَعِنْدَ الْوَعِيدِ قَوْلُهَا: (سَأُرِيكَ كَواكِبَ الظُّهْرِ أو نجومَهُ). وَأَقْرَبُ مَا يَكُونَ هَذَا الْكَوْكَبُ إِلَى الأَرْضِ عِنْدَمَا يَقَعُ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ، حَيْثُ يَظْهَرُ لِرَاصِدِيهِ عَلَى شَكْلِ هِلالٍ، إِذْ لاَ يُرَى عِنْدَهَا مِنْهُ إِلاَّ حافَّتُهُ الْمُنَارَةُ وَهِيَ تَلْتَمِعُ بِقُوَّةٍ.

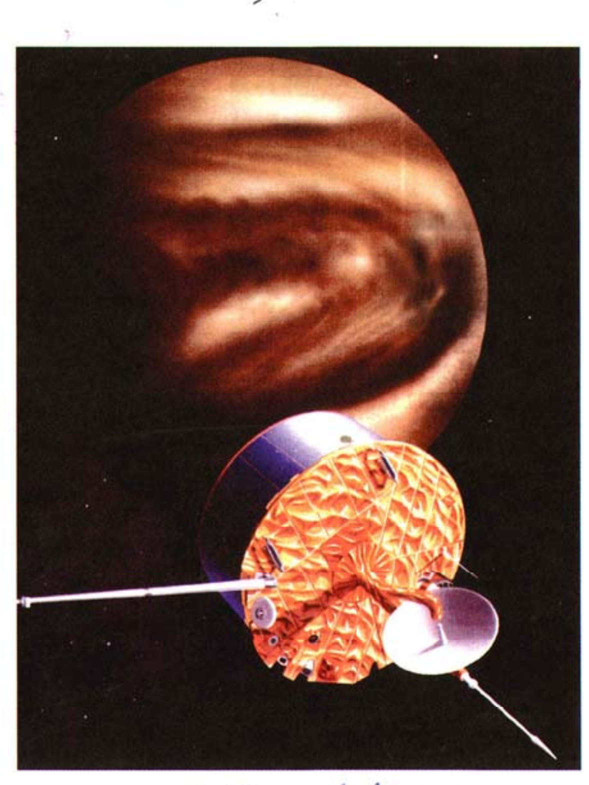
وَنَرَاهُ عَلَى شَكْلِ قُرْصٍ مُسْتَدِيرٍ بِوَسَاطَةِ الْمِرْقَبِ، وَعَلَى شَكْلِ جُرْمٍ لاَمِعٍ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ عِنْدَمَا تَقَعُ الشَّمْسُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ


صُورَةٌ بالأشعَّةِ فَوْقَ البَنَفْسَجِيَّةِ لِكَوْكَبِ (الزُّهْرَة) كانَ التلسكوبُ الفَضَائِيُّ (هابل) قَدِ الْتَقَطَهَا وَهُوَ عَلَى بُعْدِ (114) مليون كم عَنِ الْكَوْكَبِ في 24 كانونَ الثاني عام 1995

الأَرْضِ، وَيَكُونُ نُورُهُ قَدْ ضَعُفَ بَعْضَ الشَّيْءِ عَمَّا كَانَ عَلَيْهِ عِنْدَمَا كَانَ هِلالاً، كَمَا يُلاحَظُ أَنَّ حَجْمَهُ قَدْ صَغُرَ بَعْضَ الشَّيْءِ، لأَنَّهُ يَكُونُ قَدِ ابْتَعَدَ عَنِ الأَرْضِ بِمِقْدَارِ (6) مَرَّاتٍ عَنْ أَقْرَبِ مَوْقِعٍ لَهُ مِنْهَا، أَيْ عِنْدَمَا كَانَ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ.

وَأَشَدُّ لَمَعَانٍ يَكُونُ عَلَيْهِ الْكَوْكَبُ عِنْدَمَا يُصْبِحُ عُمْرُ هِلاَلِهِ (5) أَيَّام، إِذْ يَزِيدُ لَمَعَانُهُ عِنْدَهَا عَلَى لَمَعَانِ الشِّعْرى الْيَمَانِيَّةِ - وَهِيَ أَكْثَرُ نُجُوم السَّمَاءِ لَمَعَاناً بِمقْدَارِ (12) مَرَّةً.

وَقَدْ حَالَ الْغِلافُ الْغَازِيُّ السَّمِيكُ الَّذِي يَلُفُّ سَطْحَ هَذَا الْكَوْكَبِ دُونَ رُؤْيَةِ سَطْحِهِ عَنْ طَرِيقِ الْمَرَاقِبِ؛ لِذَا لَمْ تَتَوَضَّحْ مَعَالِمُهُ وَيَتِمَّ التَّعَرُّفُ إِلَى سَطْحِهِ وَبُنْيَتِهِ وَجَوِّهِ إِلاَّ بَعْدَ أَنْ تَمَّ إِرْسَالُ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ إِلَيْهِ، مُزَوَّدَةً بِأَجْهِزَةِ السَّبْرِ وَالتَّصْوِيرِ، لِذَا دُعِيَتْ تِلْكَ الأَقْمَارُ أَحْيَاناً بِاسْمِ السَّوابر **Probes**.



استكشافُ الزُّهرَة مِن خِلَال السَّوَابر.

فَلَمَّا أُطْلِقَتِ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ لِتَدُورَ حَوْلَهُ، وَقَامَتْ بِإِرْسَالِ إِشَارَاتٍ رَادَارِيَّةٍ مَسَحَتْ سَطْحَهُ، أَمْكَنَ التَّعَرُّفُ إِلَيْهِ عَنْ طَرِيقِ الْمُصَوَّرِ التَّضَارِيسِيِّ الَّذِي رَسَمَتْهُ تِلْكَ الإِشَارَاتُ، وَبَثَّتْهُ نَحْوَ مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الأَرْضِيِّ.

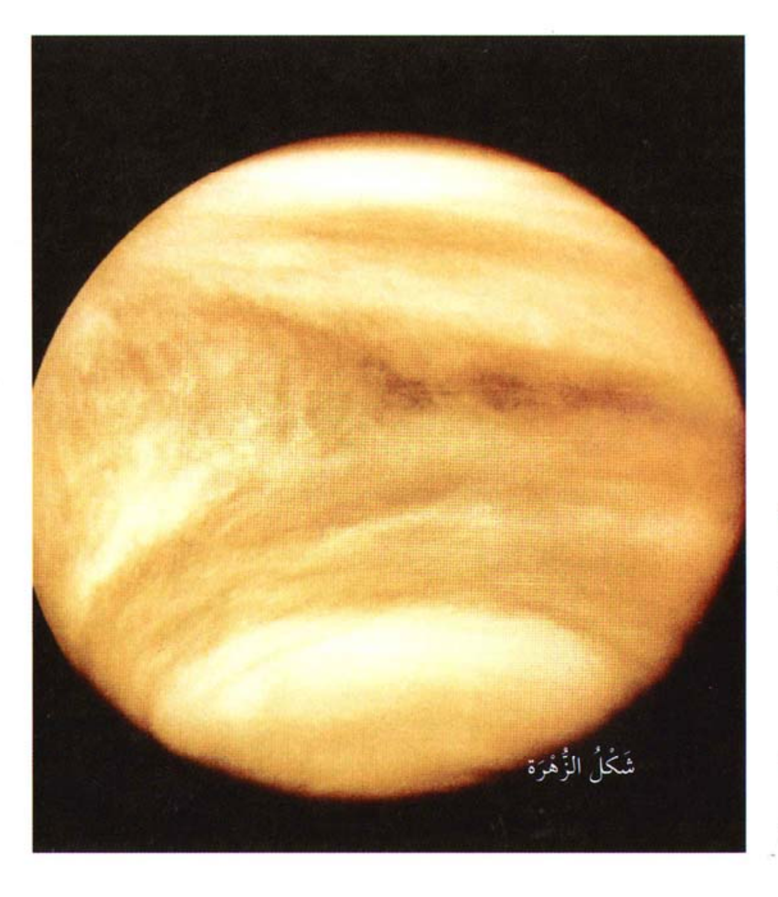
كَمَا هَبَطَتْ عَلَى سَطْحِهِ بَعْضُ الأَقْمَارِ الَّتِي أُرْسِلَتْ بِاتِّجَاهِهِ، وَقَامَتْ بِتَثْبِيتِ السَّوابِرِ فِي مَنَاطِقَ مُتَبَاعِدَةٍ مِنْ سَطْحِهِ، مِمَّا سَاعَدَ عَلَى تَقْدِيمِ الْمَعْلُومَاتِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِطَبِيعَةِ هَذَا الْكَوْكَبِ وَبُنْيَتِهِ وَتَضَارِيسِهِ وَجَوِّهِ، إِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْهَامَّةِ الأُخْرَى، إِلَى مَرَاكِزِ الْمُرَاقَبَةِ الأَرْضِيَّةِ لأَبْحَاثِ الْفَضَاءِ.



السَّابر (فينيرا) عَلى الزُّهرة.

شَكْلُ الزُّهْرَة

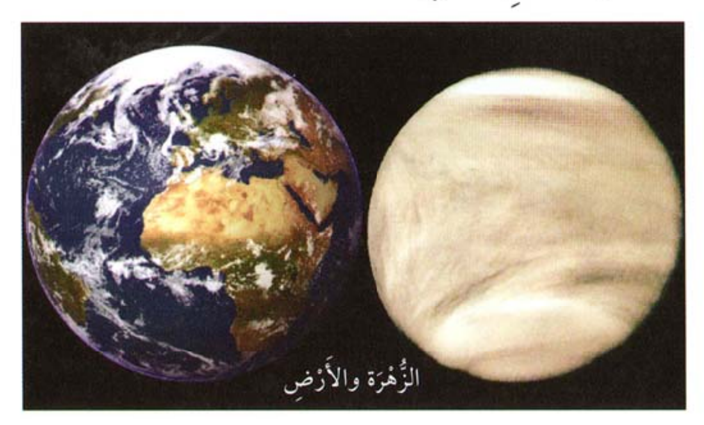
هُوَ كُرَوِيُّ الشَّكْلِ كَـ(عُطارِد)، أَيْ أَنَّهُ خَالٍ مِنَ التَّفَلْطُحِ عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ وَالانْتِفَاخِ عِنْدَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ لِبُطْءِ دَوْرَتِهِ حَوْلَ نَفْسِهِ.



شَكْلُ الزُّهرَة

أَبْعَادُ الزُّهْرَة وَحَجْمُهُ

يَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِ هَذَا الْكَوْكَبِ (6052)كم، أَيْ أَنَّهُ أَصْغَرَ مِنْ نِصْفِ قُطْرِ الأَرْضِ بِقَلِيلٍ. وَهَذَا مَا يَجْعَلُ حَجْمَهُ أَصْغَرَ مِنْ حَجْمِ الأَرْضِ.



الزُّهْرَة والأَرْض

كَثَافَةُ الزُّهْرَة

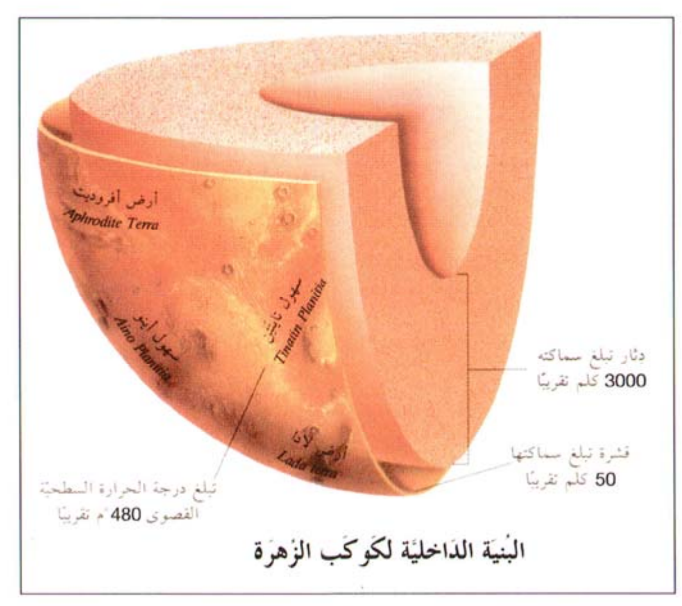
يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ كَثَافَةِ هَذَا الْكَوْكَبِ (5.24) أَيْ إِنَّ السَّنْتِيمِتْرَ الْمُكَعَّبَ الْوَاحِدَ مِنْهُ يَزِنُ (5.24) غراماً، وَبِذَلِكَ تُقَارِبُ كَثَافَتُهُ كَثَافَةَ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ.

كُتْلَةِ الزُّهْرَة

تُعَادِلُ كُتْلَتُهُ (0.815) مِنْ كُتْلَةِ الأَرْضِ، أَيْ مِنْ وَزْنِهَا، وَهَذَا رَاجِعٌ إِلَى صِغَرِ حَجْمِهِ بِالنِّسْبَةِ لِلأَرْضِ، وَبِسَبَبِ قِلَّةِ كَثَافَتِهِ، كَمَا رَأَيْنَا، بِالنِّسْبَةِ لِمَا هِيَ عَلَيْهِ فِي الأَرْضِ.

بُنْيَةُ الزُّهْرَة

لَمَّا كَانَ حَجْمُ هَذَا الْكَوكَبِ قَرِيباً جِدّاً مِنْ حَجْمِ الأَرْضِ، وَكَانَتْ كَثَافَتُهُ قَرِيبَةً أَيْضاً مِنْ كَثَافَةِ الأَرْضِ، فَقَدْ اسْتَنْتَجَ الْعُلَمَاءُ مِنْ ذَلِكَ أَنَّ بُنْيَتَهُ وَطَبِيعَةَ صُخُورِهِ لاَ تَخْتَلِفُ عَنْ بُنْيَةِ وَصُخُورِ الأَرْضِ إِلاَّ بِعَدَمِ وُجُودِ الصُّخُورِ الرُّسُوبِيَّةِ عَلَيْهِ، لِخُلُوِّهِ مِنَ الْمُحِيطَاتِ وَالْمِيَاهِ مُنْذُ نُشُوئِهِ وَحَتَّى الْيَوْمِ.



البُنيَة الدَاخليَة لكَوكَب الزهرَة

وَعَلَى هَذَا تكُونُ بُنْيَتُهُ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ:

1. نَوَاةٍ مِنْ مَعْدِنَيْ الْحَدِيدِ وَالنِّيكِلِ، وَهِيَ مَقْسُومَةٌ إِلَى قِسْمَيْنِ:

* بَاطِنٍ شَدِيدِ الصَّلاَبَةِ.
* قِسْمٍ خَارِجِيٍّ عَجِينِيِّ الْقَوَامِ.

2. وِشَاحٍ (دثار) أَكْثَرُ صُخُورِهِ مِنَ (البيريدوتيت) الَّتِي تَعْلُوهَا صُخُورٌ بَازَلْتِيَّةٌ.

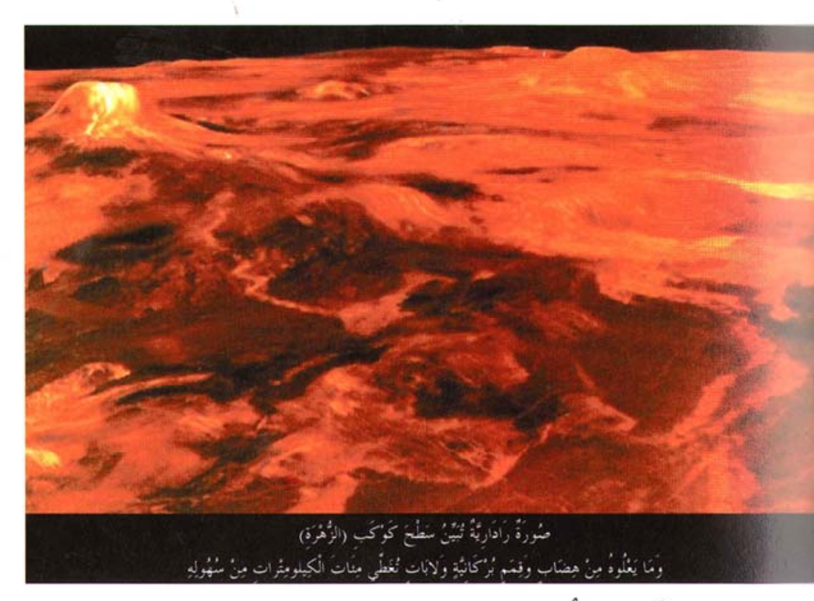
3. قِشْرَةٍ يَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِهَا صَخْرُ (الغرانيت).

وَمِمَّا يُؤَكِّدُ وُجُودَ غِلاَفٍ عَجِينِيِّ الْقَوَامِ مِنَ الْحَدِيدِ وَالنِّيكِلِ حَوْلَ النَّوَاةِ الصُّلْبَةِ فِي كَوْكَبِ (الزُّهَرَة)، حُدُوثُ حَرَكَاتٍ فِي الأَلْوَاحِ الَّتِي تُؤَلِّفُ الْقِشْرَةَ لِهَذَا الْكَوْكَبِ.

أَمَّا عَدَمُ وُجُودِ حَقْلٍ مِغْنَاطِيسِيٍّ، وَحَقْلٍ آخَرَ كَهْرَبَائِيٍّ، يُحِيطَانِ بِهِ بِرَغْمِ وُجُودِ طَبَقَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ عَجِينِيَّةٍ فِيهِ، فَرَاجِعٌ إِلَى دَوْرَتِهِ الْبَطِيئَةِ حَوْلَ نَفْسِهِ، مِمَّا لاَ يُسَاعِدُ عَلَى تَوْلِيدِ هَاتَيْنِ الطَّاقَتَيْنِ فِيهِ وَانْتِشَارِهِمَا حَوْلَهُ.

سَطْحُ الزُّهْرَة

تَبْلُغُ مِسَاحَةُ سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ (460) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ مُرَبَّعٍ، أَيْ أَقَلَّ مِنْ مِسَاحَةِ سَطْحِ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ بِـ (50)



صُورَةٌ رَادَارِيَّةٌ تُبَيِّنُ سَطْحَ كَوْكَبِ (الزُّهَرَة)
وَمَا يَعْلُوهُ مِنْ هِضَابٍ وَقِمَمٍ بُرْكَانِيَّةٍ وَلَابَات تُغَطِّي مِئَاتَ الْكِيلومِترات مِنْ سُهُولِهِ

مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ مُرَبَّعٍ.

وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ سَطْحَ هَذَا الْكَوْكَبِ مُؤَلَّفٌ مِنْ صَحَارَى قَاحِلَةٍ، تُغَطِّي الْهِضَابُ وَمَا عَلَيْهَا مِنْ جِبَالٍ نِصْفَ مِسَاحَتِهَا تَقْرِيباً، بَيْنَمَا تُغَطِّي الْبَاقِي أَحْوَاضٌ عَمِيقَةٌ جَافَّةٌ. وَأَهَمُّ تِلْكَ الْهِضَابِ هَضْبَتَانِ:

1. الأُولَى مِنْهُمَا كَبِيرَةُ الامْتِدَادِ، وَتَعْلُوهَا جِبَالٌ كَثِيرَةُ الارْتِفَاعِ، وَتُدْعَى (هَضْبَةُ عَشْتَرُوت).

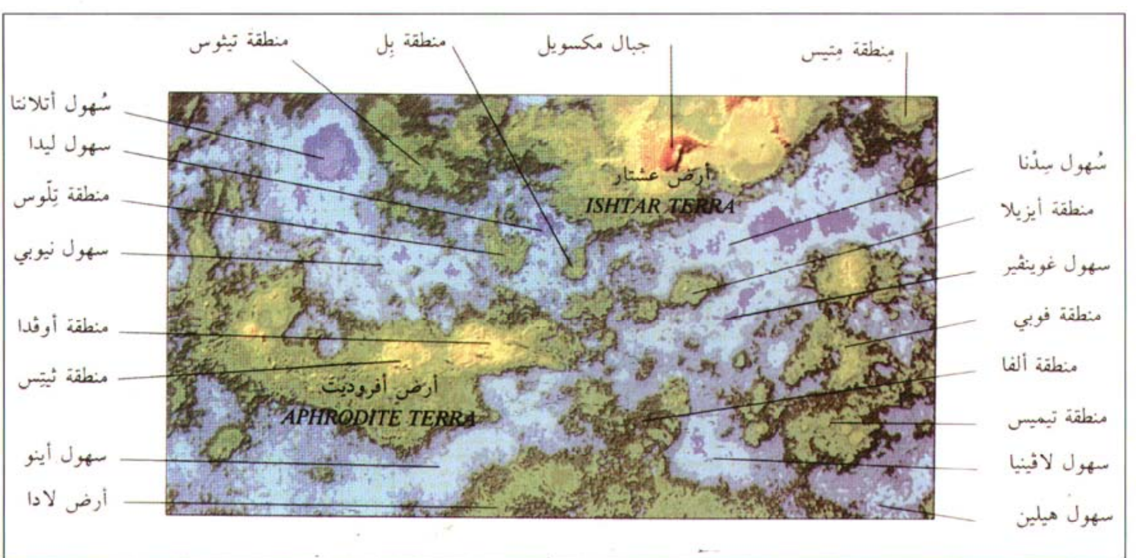
2. وَالثَّانِيَةُ مِنْهُمَا أَقَلُّ امْتِدَاداً وَارْتِفَاعاً مِنَ الْهَضْبَةِ الأُولَى، وَتُدْعَى (هَضْبَةَ أَفْرُودِيت).

هَضْبَةُ (عَشْتَرُوت، عِشْتَار):

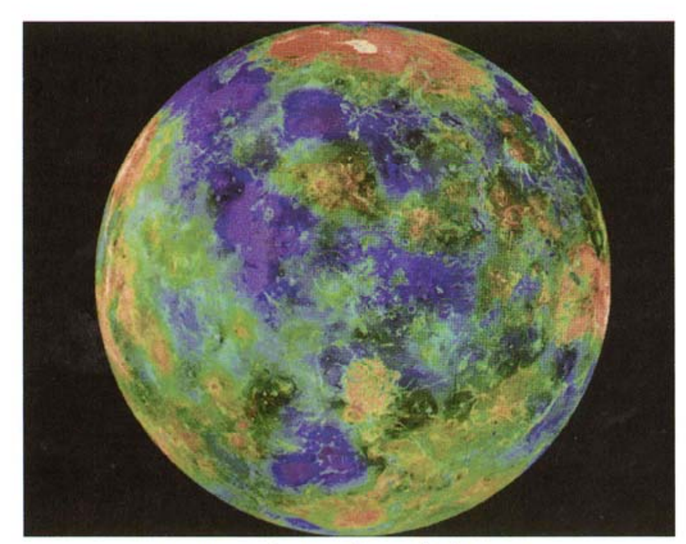
تَقَعُ فِي النِّصْفِ الشَّمَالِيِّ مِنْ هَذَا الْكَوْكَبِ، وَتَشْغَلُ نِصْفَ مِسَاحَتِهِ، أَيْ رُبْعُ مِسَاحَةِ الْكَوْكَبِ كُلِّهِ. وَتَمْتَدُّ مِنْ خَطِّ الْعَرْضِ (40ْ) شَمَالاً حَتَّى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ. كَمَا تَمْتَدُّ بَيْنَ شَرْقٍ وَغَرْبٍ عَلَى (270ْ) دَرَجَةِ طُولٍ، إِذْ تَمْتَدُّ مِنْ خَطِّ الْعَرْضِ (120)ْ غَرْباً حَتَّى خَطِّ الْعَرْضِ (150ْ) شَرْقاً، وَتَنْتَشِرُ فَوْقَهَا سَلاسِلُ مِنَ الْجِبَالِ الانْكِسَارِيَّةِ وَالْبُرْكَانِيَّةِ أَوْ ذَاتِ الْمَنْشَأِ النَّيْزَكِيِّ، وَتَرْتَفِعُ قِمَمُ بَعْضِهَا إِلَى أَكْثَرَ مِنْ (11.000)متر بَدْءاً مِنَ الْحَافَّةِ السُّفْلَى لِتِلْكَ الْهَضْبَةِ.

وَمِن أَهَمِّ تِلْكَ الْجِبَالِ جِبَالُ (فَرَايا) الْوَاقِعَةُ فِي الْجُزْءِ الشَّمَالِيِّ الْغَرْبِيِّ لِتِلْكَ الْهَضْبَةِ، وَجِبَالُ (مكسويل) الْوَاقِعَةُ إِلَى الْجَنُوبِ الشَّرْقِيِّ مِنْ جِبَالِ (فَرايا) وَالَّتِي تَعْلُو قِمَمُهَا إِلَى نَحْوِ (12)كم. وَقَدْ بَيَّنَتِ الأَقْمَارُ الصِّنَاعِيَّةُ أَنَّ سَطْحَ (الزُّهَرَة) لاَ يَزَالُ يَحْفَلُ بِالْبَرَاكِينِ الثَّائِرَةِ.

وَفِي أَقْصَى شَرْقِهَا نَجِدُ جِبَالَ (تيثوس)، وَفِي أَقْصَى غَرْبِهَا تُوجَدُ جِبَالُ (متيس). وَيَغْلِبُ التَّشْوِيشُ عَلَى سَطْحِ هَذِهِ الْهَضْبَةِ وَمَا عَلَيْهَا مِنْ تَضَارِيسَ.



هَذهِ الصُّورةُ ذاتُ الألوانِ الزائفَةِ لِسطحِ كَوكبِ الزهْرَة تَمَّ الحُصولُ عَلَيها مِن انْعِكاسِ موجاتِ الرادارِ التي أرسَلَتها المَركبةُ ماجلان. فَهي تُظْهِر سِماتُ الكُرةَ الشَّماليَّة لِلكَوكَبِ، فالمِنطقةُ الحَمراءُ هِيَ أَكْثَرُ المَناطقِ ارْتِفاعاً، والزَّرقاءُ هِيَ سُهولٌ ووِدْيانٌ، وتُغطي الحِممُ البُركانيةُ ثَلاثةُ أرباعِ سَطحِ الكَوكبِ.

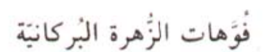


صُورَة ذاتُ ألْوَان زَائِفَةٍ لِسطحِ كَوكبِ الزهْرَة.

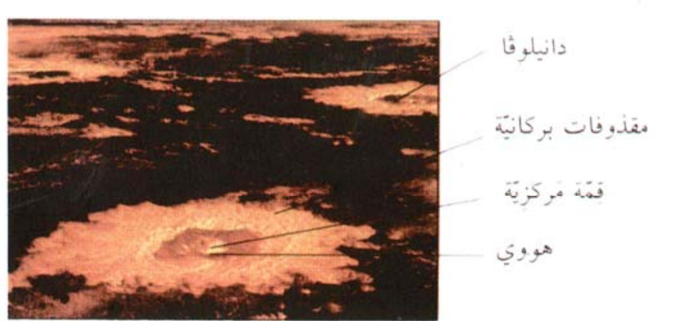
هَضْبَةُ (أفروديت) :

وَهِيَ أَصْغَرُ مِنْ هَضْبَةِ (عَشْتَرُوتَ)، كَمَا أَنَّهَا أَقَلُّ مِنْهَا ارْتِفَاعَاً، تَمْتَدُّ مِنْ خَطِّ عَرْضِ (30°) شَمَالاً حَتَّى خَطِّ عَرْضِ (50°) جَنُوباً، وَمِن خَطِّ طُولِ (50°) شَرْقاً حَتَّى خَطِّ طُولِ (90°) غَرْباً.

وَأَهَمُّ جِبَالِهَا جِبَالُ (أوفْدا) الَّتِي تَرْتَفِعُ قِمَمُهَا إِلَى نَحْوِ (7) آلَافِ مِتْرٍ بَدْءاً مِنَ الْحَافَّةِ السُّفْلَى لِلْهَضْبَةِ، وَالَّتِي تَقَعُ فِي الْجُزْءِ الْغَرْبِيِّ مِنْهَا. وَإِلَى الشَّرْقِ مِنْ هَذِهِ الْجِبَالِ تُوجَدُ جِبَالُ (ثيتيس) الَّتِي يَصِلُ ارْتِفَاعُهَا إِلَى نَحْوِ (6) آلَافِ مِتْرٍ بَدْءاً مِنَ الْحَافَّةِ السُّفْلَى لِلْهَضْبَةِ، ثُمَّ جِبَالُ (تيرا) فِي أَقْصَى شَرْقِ الْهَضْبَةِ.



فُوَهات الزُهرة البُركانيَة



هِضَابٌ مُتَفَرِّقَةٌ :

وَمِن الْهِضَابِ الأُخْرَى الْمُنْتَشِرَةِ عَلَى سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ : (متيس) وَ(أسيلا) وَ(ثوسي) وَ(ريا) وَ(ثيا) وَ(ألفا) وَ(هاثور) وَ(سْميث) وَ(فونيب) و(إيمدر) وَ(أتلا).

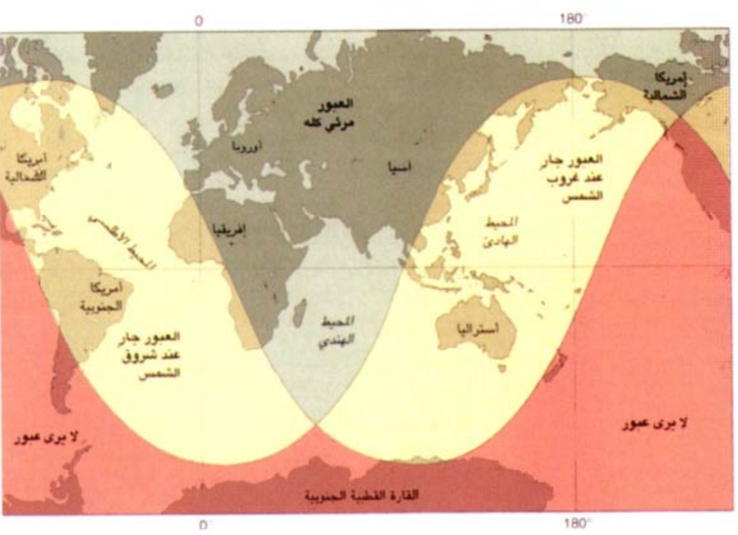
الأَحْوَاضُ الْجَافَّةُ : يَفْصِلُ بَيْنَ هِضَابِ كَوْكَبِ (الزُّهْرَة) أَحْوَاضٌ جَافَّةٌ، يَكُونُ بَعْضُهَا عَمِيقاً لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، وَمِنْ أَهَمِّهَا حَوْضُ (أتلانتا) الْوَاقِعُ إِلَى الشَّرْقِ مِنْ هَضْبَةِ (عَشْتَرُوت) وَإِلَى الشَّمَالِ مِنْ هَضْبَةِ (أفروديت) وَالَّذِي يَبْلُغُ عُمْقُهُ (1500) مِتْرٍ بَدْءاً مِنَ الْحَافَّاتِ السُّفْلَى لِهَاتَيْنِ الْهَضْبَتَيْنِ؛ ثُمَّ حَوْضُ (سِدْنا) الْوَاقِعُ إِلَى الْجَنُوبِ الْغَرْبِيِّ مِنْ هَضْبَةِ (عَشْتَرُوت)، وَهُوَ أَقَلُّ انْخِفَاضاً بِقَلِيلٍ مِنْ حَوْضِ (أتلانتا)؛ ثُمَّ حَوْضُ (عينو) الْوَاقِعِ إِلَى الْجَنُوبِ الْغَرْبِيِّ مِنْ هَضْبَةِ (أفروديت).



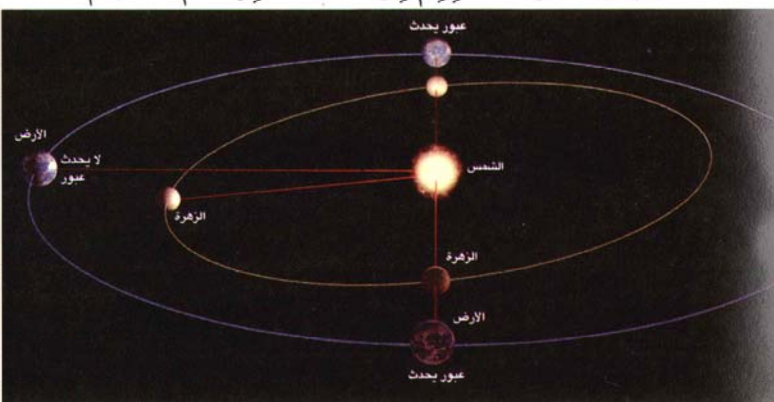
بُركَان (مات مونز) أكبر بُركَان عَلى الزُهرَة، ارتِفَاعُه (9)كم، وقُطر قَاعِدَته (200)كم.

وَأَهَمُّ الأَحْوَاضِ الْبَاقِيَةِ هِيَ : (نيوب) وَ(ليدا) وَ(سدنا) وَ(غوينيفير) وَ(لافينيا) وَ(هيلين). وَسُطُوحُ هَذِهِ الأَحْوَاضِ مُشَوَّشَةُ الْمَظْهَرِ، شَأْنُهَا فِي ذَلِكَ شَأْنُ الْهِضَابِ الْمُرْتَفِعَةِ، وَمُغَطَّاةٌ، هِيَ وَسُطُوحُ الْهِضَابِ، بِالْجَلامِيدِ وَالْحِجَارَةِ وَالْحَصَى وَالأَتْرِبَةِ النَّاجِمَةِ عَنْ تَفَكُّكِ الصُّخُورِ بِسَبَبِ الْحَرَارَةِ الَّتِي تَصْهَرُ الرَّصَاصَ فِي الْوَجْهِ الْمُتَّجِهِ دَائِماً نَحْوَ الشَّمْسِ.

عُبورُ كَوكبُ الزُّهْرَة



في يَوم 2004/6/8م، شاهَدَ الكَثيرُ مِنَ الناسِ، في مُعظمِ أنْحاءِ العالَم حَدَثاً فَلكياً نادِراً جِداً. هُوَ عُبورُ كوكبِ الزهْرَة أمامَ قُرصِ الشَّمْس. وسَببُ نُدرةِ هَذا الحَدَثِ أنَّ مَدارَ الزُّهرةِ يَميلُ (3.4°) دَرَجةً عَلى مدارِ الأرضِ، ونَتيجةً لِذلك، تَتكرّرُ ظاهِرةُ العُبورِ نَموذجياً أربَع مَرّات فَقَط كُل 243 سنة، مَنْ فاتهُ مُشاهَدةُ عُبورِ عام 2004م، فإنَّ الفُرصَةَ التاليةَ التي سَتُتاح لَهُ سَتكونُ عام 2012م، لكنَّ بَعدَ ذَلك، عَليهِمْ أن يَتركوا الأمرَ لأحْفادِهِم لِيرصُدوا الظاهِرة عام 2117م.



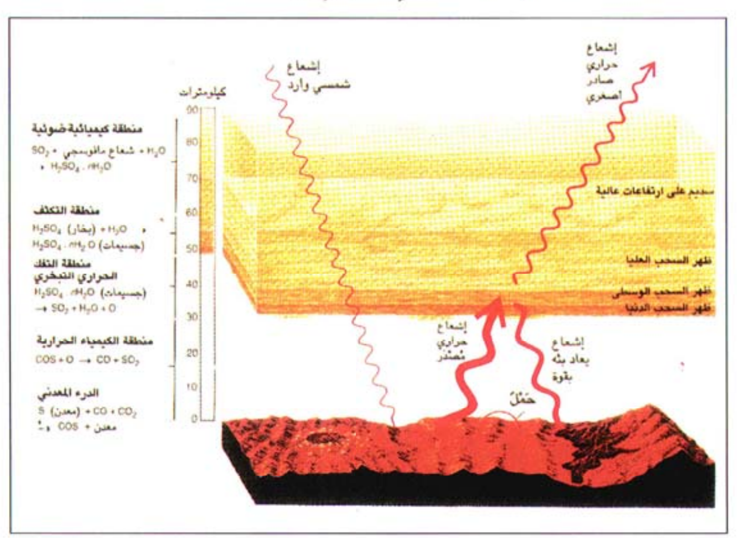
أحداثُ العُبورِ نادِرةٌ لأنَّ مَدارُ الزُّهرة يَميلُ (3.4)° درجة عَلى مَدارِ الأرْضِ عِنْدما تَكونُ الزهْرة والأرض في وضْع اقْتِران ـ أيْ عِندما يَكونُ أحَدُ الكوكَبين قَريباً مِنَ الآخَر بأكبرِ قَدرٍ مُمكنٍ، فإنَّ الزهْرة تَمرّ عادةً فَوقَ الشَّمسِ أو تَحتَها. ولا يَحدثُ العُبورُ إلا حينَ تَكونُ الزهْرَة والأرْضُ في وَضعِ اقْترانٍ قُربَ النقط التي يَتقاطَع مُستَوياهُما المَداريَّان.

جَاذِبِيَّةُ الزُّهْرَة

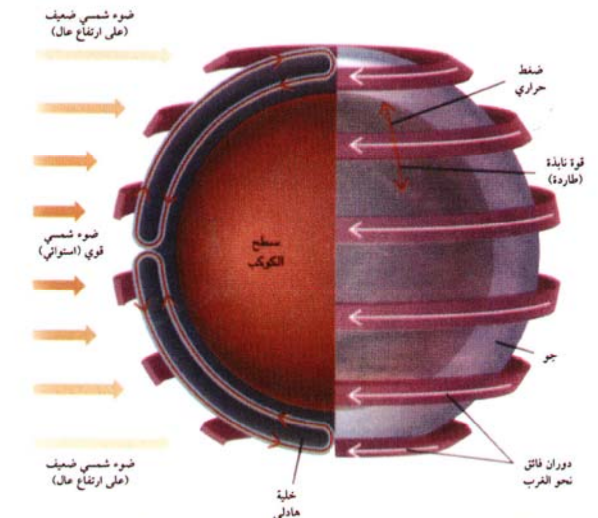
تَبْلُغُ جَاذِبِيَّةُ هَذَا الْكَوْكَبِ عِنْدَ السَّطْحِ (0.894) مِنْ جَاذِبِيَّةِ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ عِنْدَ سَطْحِهَا، وَتَحْتَاجُ الأَجْسَامُ الَّتِي تُرِيدُ التَّخَلُّصَ مِنْ تِلْكَ الْجَاذِبِيَّةِ إِلَى سُرْعَةٍ قَدْرُهَا (10)م/ثا.

الْغِلافُ الْغَازِيُّ لِكَوْكَبِ الزُّهْرَة

يُحِيطُ بِهَذَا الْكَوْكَبِ غِلَافٌ غَازِيٌّ كَثِيفٌ يَتَأَلَّفُ فِي مُعْظَمِهِ مِنْ غَازِ الْفَحْمِ الَّذِي يُشَكِّلُ نِسْبَةً قَدْرُهَا (90 - 95 %) مِنْ تَرْكِيبِ ذَلِكَ الْغِلافِ، ثُمَّ تَلِيهِ غَازَاتُ الآزُوتِ (النِّتروجين) بِنِسْبَةِ (2 %) ثُمَّ غَازُ (الأوكسجين) بِنِسْبَةِ (0.0001) أَيْ (0.01 %)، ثُمَّ غَازُ حَامِضِ الْكِبْرِيتِيِّ.

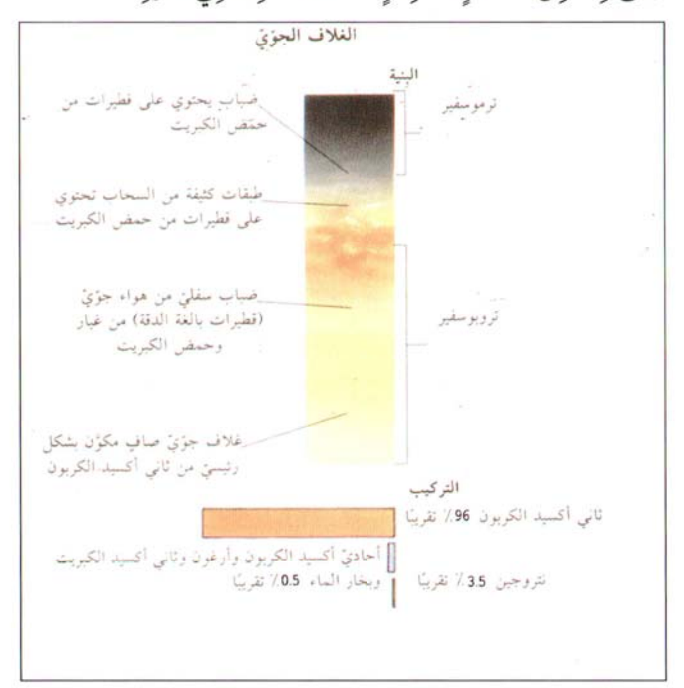


يُحلّقُ (بيونير فينوس أوربتر) على ارْتفاعات لا تَتَجاوَزُ (200)كم فَوقَ سُحبِ حَمضِ الكِبريتِ الكَثيفةِ المُحيطةِ بالزهرةِ، والتي تظْهر هُنا بتبايُنٍ عالٍ. وخِلالَ حَياة أوربتر التي اسْتَمرتْ 14 عاماً أنجز هَذا السَّابرُ (5055) دَوْرةً حَولَ الزهرة وجَمع مَعلوماتٍ مُستَفيضَةٍ عَن جَوِّ الكَوكَبِ وبيئتِهِ الخَارجيَّة.

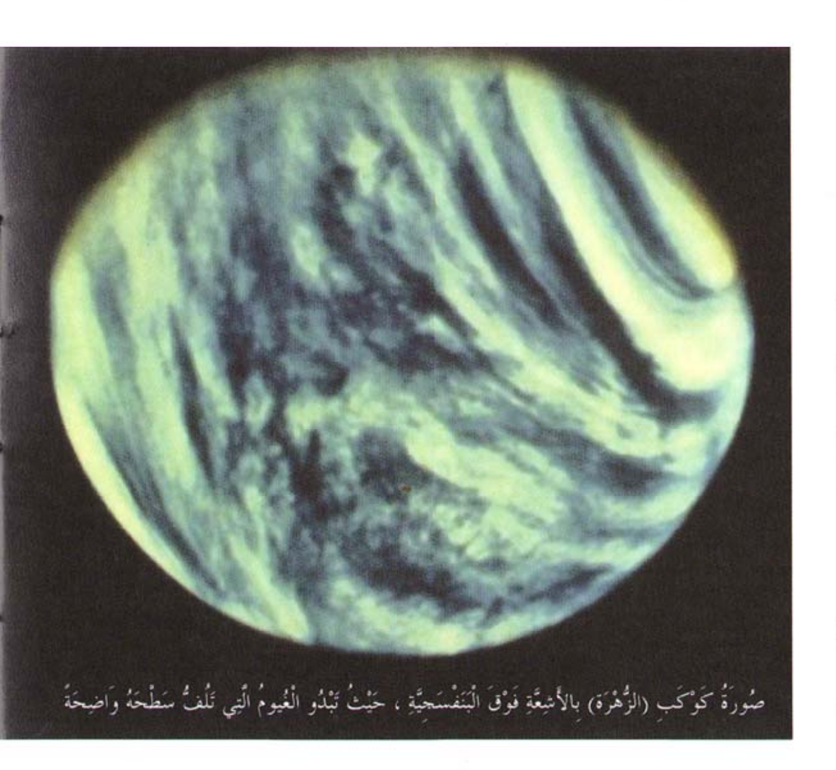


رِياحٌ سَريعَةٌ في أعالي سُحب الزهْرَة تهُبُّ بِسرعةٍ تَفوقُ (60 مرة) سُرعَة دَوَران الكوكَب. وتُبيِّنُ هَذهِ الصُّور فوقَ البنفسجيةُ المُلوَّنةُ بألْوانٍ زائفةٍ (في اليمين) والتي بَثَّتها (بيونير فينوس أوربتر)، أنْماط السُّحبِ السَّريعةِ التبدل. ويَدفَع جولان جوي بوَساطة الإشْعاعُ الشَّمسي الذي يُولِّد جرياناً شَمالياً جَنوبياً، يُعرفُ باسْم (خلية هادلي) إلى رِياحٍ مَناطِقيَّةٍ تَتجهُ عَلى الأكثرَ غَرباً، وهَذهِ الرِّياحُ يُمكنُ تَضخيمها بِدوامات.

وَيُعْتَقَدُ أَنَّ جَوَّ الزُّهْرَة كَانَ يَضُمُّ بُخَارَ الْمَاءِ، وَلَكِنَّ حَرَارَةَ جَوِّهِ الشَّدِيدَةَ أَدَّتْ إِلَى تَفْكِيكِ ذَرَّاتِ الْمَاءِ مُحَوِّلَةً إِيَّاهَا إِلَى (هيدروجين) انْطَلَقَ بَعِيداً عَنِ الْكَوْكَبِ، وَإِلَى (أوكسجين) تَفَاعَلَ مَعَ مَعَادِنِ وَصُخُورِ سَطْحِ الزُّهْرَة بَعْدَ اتِّحَادِهِ مَعَهَا، وَمَا تَبَقَّى مِنْهُ مِنْ كَميَّاتٍ ضَئِيلَةٍ، ظَلَّتْ عَالِقَةً فِي جَوِّهِ.



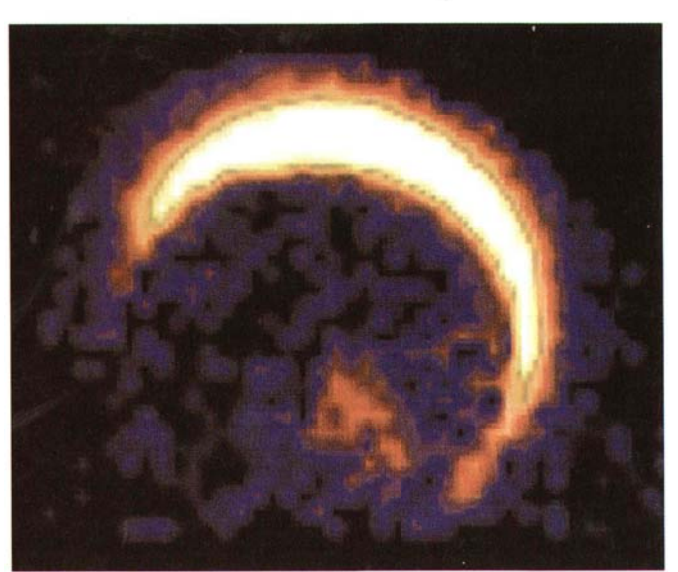
بَيْنَمَا يَرَى بَعْضُ الْعُلَمَاءِ أَنَّهُ لاَ زَالَ فِي جَوِّ هَذَا الْكَوْكَبِ، حَتَّى الْيَوْم، كَمِيَّةٌ مِنْ بُخَارِ الْمَاءِ إِذَا مَا قُدِّرَ لَهَا أَنْ تَتَكَاثَفَ، فَإِنَّهَا تُغَطِّي أَرْضَهُ بِطَبَقَةٍ مِنَ الْمَاءِ يَبْلُغُ سُمْكُهَا (30) سَنْتِيمِتْراً.


صُورَةُ كَوكَبِ (الزُّهْرَة) بالأشِعَّةِ فَوقَ البَنَفسَجِيَّةِ، حَيثُ تَبْدُو الْغُيومُ الَّتِي تُلفُّ سَطحَهُ وَاضِحَةً

الْحَرارَةُ وَالضَّغْطُ الْجَوِّيُّ عَلَى سَطْحِ الزُّهْرَة

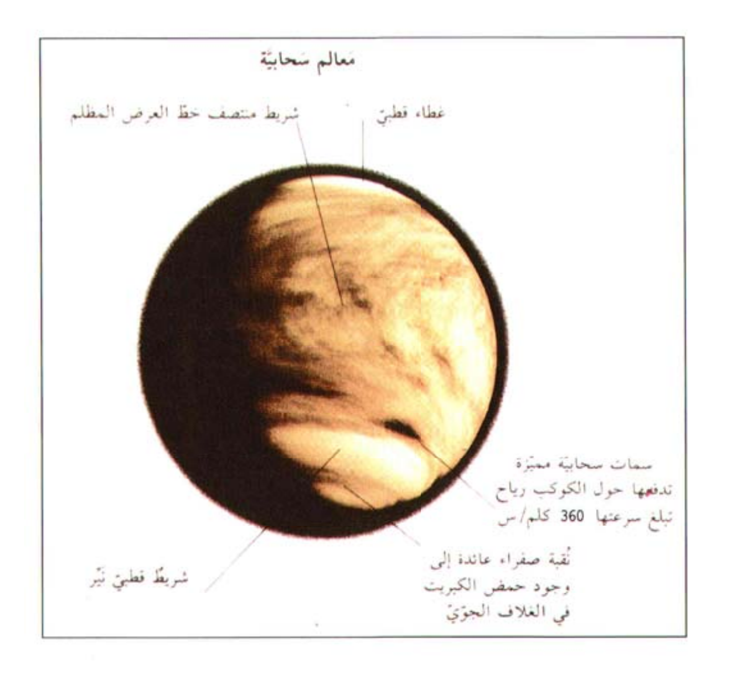
تُؤَلِّفُ السُّحُبُ الَّتِي تَلُفُّ هَذَا الْكَوْكَبَ غِطَاءً كَثِيفاً يَسْمَحُ لِحَرَارَةِ الشَّمْسِ بِبُلُوغِ سَطْحِهِ، وَلَكِنَّهُ يَمْنَعُهَا مِنْ أَنْ تَنْفُذَ مِنْهُ عَنْ طَرِيقِ الإِشْعَاعِ، أَيْ أَنَّ ذَلِكَ الْغِطَاءَ مِنَ السُّحُبِ يَقُومُ بِالدَّوْرِ الَّذِي يَقُومُ بِهِ الْبَيْتُ الزُّجَاجِيُّ بِالنِّسْبَةِ لِحَرَارَةِ الشَّمْسِ، وَلِهَذَا فَإِنَّ الْحَرارَةَ عَلَى سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ تَرْتَفِعُ إِلَى (480) دَرَجَةً مِئَوِيَّةً، وَهِيَ كَافِيَةٌ لِصَهْرِ الرَّصَاصِ، وَلِتَفْكِيكِ أَجْزَاءِ الْخَلاَيَا الْحَيَّةِ.

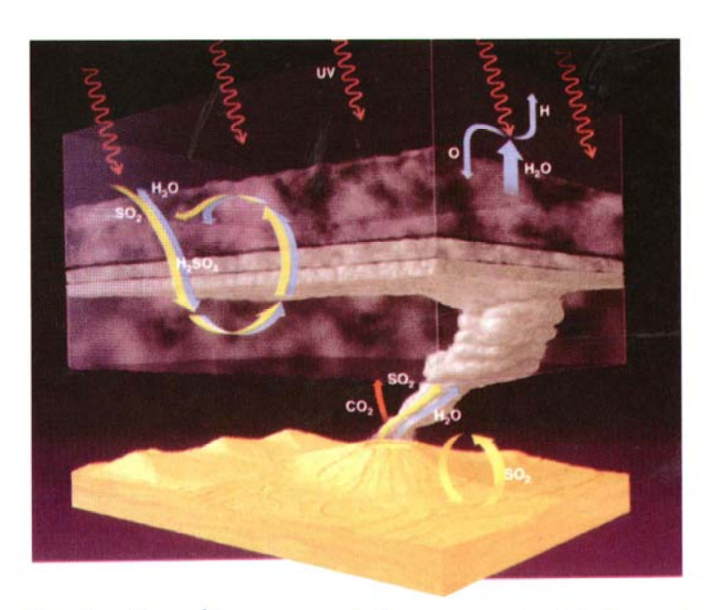
وَقَدْ تَمَّ سَبْرٌ لِحَرَارَةِ الْجَوِّ فِي هَذَا الْكَوْكَبِ عَلَى ارْتِفَاعِ (15) كِيلُومِتْراً مِنْ سَطْحِهِ، فَتَبَيَّنَ أَنَّهَا تَبْلُغُ هُنَاكَ (377) دَرَجَةً مِئَوِيَّةً.



شَفقٌ في الجانِبِ الليلي يَظهرُ في هَذِهِ الصورةُ فَوقَ البَنفسجيَّةُ ذاتُ الألْوانِ الزائفةِ والَّتي زُوِّدتْ بِها (بيونير فينوس أوربتر)، الهِلالُ الساطِع هُوَ الجانِبُ النَّهاريُّ مِنَ الكَوكَبِ الذي يَعكسُ الأشعةَ الشَّمسيَّةَ فوقَ البَنفسجيَّةِ.

أَمَّا الضَّغْطُ الْجَوِّيُّ عَلَى سَطْحِهِ، فَهُوَ مُرْتَفِعٌ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، إِذْ يُعَادِلُ (100) مَرَّةٍ مِنَ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ - أَيْ أَنَّ كُلَّ (1)سم2 مِنْ سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ يَقَعُ عَلَيْهِ ضَغْطٌ قَدْرُهُ (155)كغ.

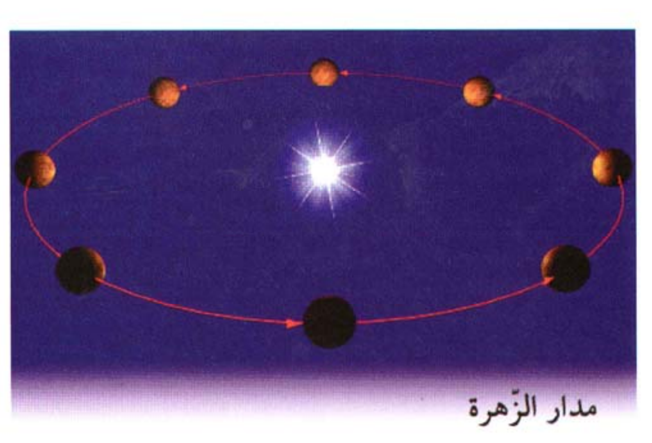




يُعاني جَوُّ الزهرة دَرجاتِ حَرارَةٍ تُشبِهُ درَجة حَرارَة الفُرنِ وضُغوطاً هائلةً وسُحباً مِن حَمضِ الكِبريتيك (H_2SO_4) والسَّببُ في ذلِكَ هُوَ افْتِقارُ الكَوكَب لِلدَّوران التي تَعملُ عَلى اسْتِقرارِ الأحْوالِ في جَوِّ الأرضِ، فَالسَّيروراتِ الجَويَّة في الزهْرَة تَعملُ بِاتِّجاهٍ واحدٍ. فَعندَما تُطلقُ البَراكين ثُنائي أوكسيدِ الكَربون (CO_2) في الجَوِّ فإنَّهُ يبْقى فيهِ، وعِنْدما يَتفكَّكُ الماءُ (H_2O) بِفعلِ الأشِعةِ فَوقَ البَنفسجيَة، يُفقد إلى الأبدِ في أعْماقِ الفَضاء. أمّا ثُنائي أوكُسيد الكبريت (SO_2) الذي كانَ مُنحبساً في المَعادِن في السَّابِق، فإنَّهُ يَتَراكَم عَلى السَّطح (مَعَ أنَّ كَميةً قَليلةً مِنهُ يُعاد تَدويرها).

مَدَارُ الزُّهْرَة

مَدَارُ هَذَا الْكَوْكَبِ قَلِيلُ التَّفَلْطُحِ، يَقْرُبُ شَكْلُهُ مِنَ الدَّائِرَةِ، إِذْ أَنَّ أَبْعَدَ مَسَافَةٍ بَيْنَ هَذَا الْكَوْكَبِ وَالشَّمْسِ - أَيْ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الأَوْجِ) - لاَ تَزِيدُ عَلَى (109.7) مَلاَيِينَ كِيلُومِتْرٍ.

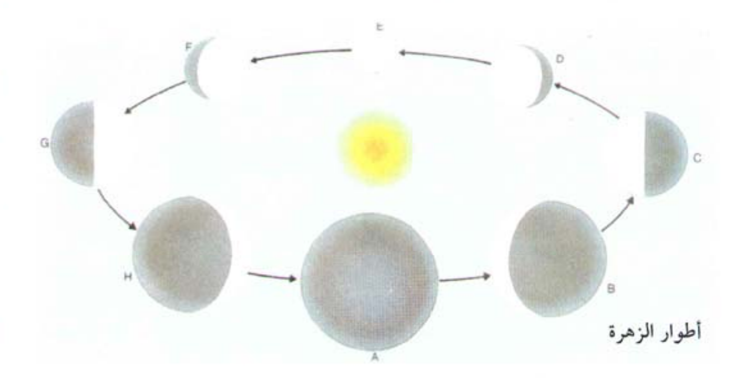


مدار الزّهرة

أَمَّا عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الْحَضِيضِ)، أَيْ فِي أَقْرَبِ نُقْطَةٍ وَاقِعَةٍ عَلَى مَدَارِهِ إِلَى الشَّمْسِ، فَإِنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَهُمَا لاَ تَقِلُّ عَنْ (106.7) مِلْيُون كِيلُومِتْرٍ. أَيْ أَنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَ الْبُؤْرَتَيْنِ لاَ تَزِيدُ عَلَى (3) مَلايين كِيلُومِتْرٍ. وَعَلَى هَذَا، فَإِنَّ نِسْبَةَ تَرَاكُزِهِ صَغِيرَةٌ لاَ تَزِيدُ عَلَى (0.007) أَيْ مَا يُعَادِلُ (1/140) مِنْ طُولِ قُطْرِ مَدَارِهِ الْكَبِيرِ الْبَالِغِ طُولُهُ (216.4) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ.

أَطْوَارُ الزُّهْرَة

تظهرُ الزُّهْرَةُ، وهي مرئيَّةٌ مِنَ الأرضِ، بعِدَّةِ أَوْجهٍ مثل القَمرِ. لَكِنْ معَ فَارق أَنَّ هِلالَ الزُّهْرةِ له قرونٌ شَائِقَةٌ أكثَر مِن قرونِ هِلالِ القَمرِ، يَتَغَيَّرُ الكَوْكَبُ الظاهرُ كثيراً بتغيُّرِ الوجه، فبعدُهُ عَنِ الأرضِ يَتَراوحُ بين (41-258) مليون كم.



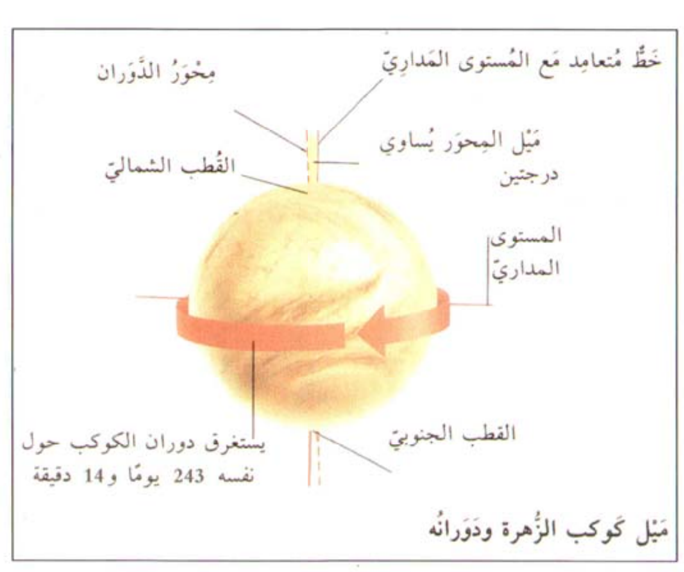
أطوار الزهرة

مَيْلُ مَدَارِ الزُّهْرَة عَلَى مُسْتَوَى دَائِرَةِ الْكُسُوفِ

يُشَكِّلُ مَدَارُ هَذَا الْكَوْكَبِ مَعَ مُسْتَوَى دَائِرَةِ الْكُسُوفِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (3.24) دَرَجَاتٍ.

مَيْلُ مِحْوَرِ الزُّهْرَة عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ

مَيْلُ مِحْوَرِ هَذَا الْكَوْكَبِ عَلَى مَدَارِهِ ضَئِيلٌ، فَهُوَ لاَ يَتَجَاوَزُ (2.46) دَرَجَتَيْنِ وَسِتَّاً وَأَرْبَعِينَ دَقِيقَةً.



مَيْل كوكب الزُّهرة ودَورانُه

مُدَّةُ دَوَرَانِ الزُّهْرَة حَوْلَ نَفْسِهِ (الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ أَوْ الْيَوْمِيَّةُ)

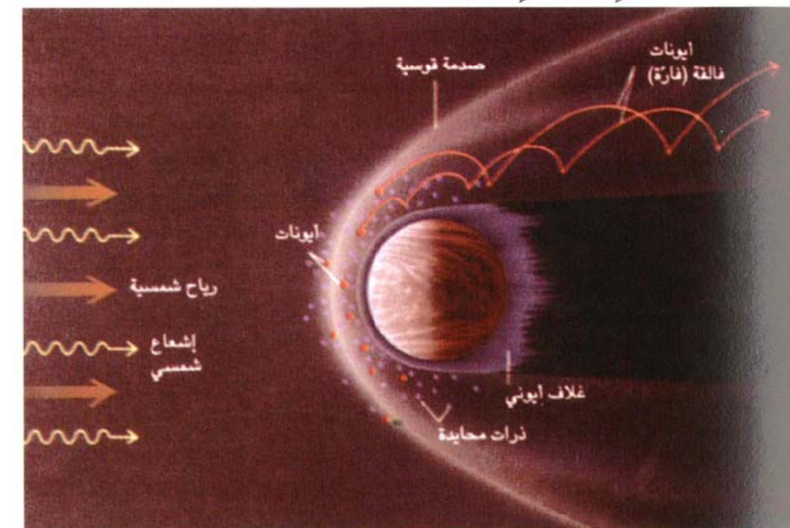
يُتِمُّ هَذَا الْكَوْكَبُ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ نَفْسِهِ كُلَّ (243) يَوْماً، وَدَوْرَتُهُ هَذِهِ، الَّتِي تَزِيدُ عَلَى دَوْرَتِهِ الاِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (17) يَوْماً، تَجْعَلُهُ لاَ يَوَجِّهُ نَحْوَ الشَّمْسِ إِلاَّ وَجْهاً وَاحِداً بِاسْتِمْرَارٍ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي الْكَوْكَبِ (عُطارِد)، بَيْنَمَا يَظَلُّ وَجْهُهُ الثَّانِي مَغْمُوراً بِالظَّلاَمِ دَائِماً. وَتَكُونُ دَوْرَتُهُ حَوْلَ نَفْسِهِ بِاتِّجَاهِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، أَيْ بِعَكْسِ دَوَرَانِ بَقِيَّةِ الْكَوَاكِبِ الأُخْرَى حَوْلَ نَفْسِهَا، وَيُطْلَقُ عَلَى مِثْلِ هَذِهِ الدَّوْرَةِ اسْمُ (الدَّوْرَةِ التَّرَاجُعِيَّةِ) أَوِ (الْعَكْسِيَّةِ) أَوِ (التَّقَهْقُرِيَّةِ).

مُدَّةُ دَوَرَانِ الزُّهْرَة حَوْلَ الشَّمْسِ (الدَّوْرَةِ الاِنْتِقَالِيَّةِ أَوِ السَّنَوِيَّةِ)

يُتِمُّ هَذَا الْكَوْكَبُ دَوْرَتَهُ الاِنْتِقَالِيَّةَ حَوْلَ الشَّمْسِ فِي مُدَّةِ (225) يَوْماً أَيْ أَنَّ سَنَتَهُ أَقْصَرُ مِنْ يَوْمِهِ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُهُ يَتَوَجَّهُ نَحْوَ الشَّمْسِ دَائِماً بِوَجْهٍ وَاحِدٍ، كَالْكَوْكَبِ (عُطارِد)، وَهَذَا مَا يَجْعَلُهُ يَبْدُو لَنَا كَهِلاَلٍ عِنْدَمَا يَكُونُ وَاقِعاً بَيْنَ الأَرْضِ وَالشَّمْسِ، وَعَلَى شَكْلِ بَدْرٍ عِنْدَمَا تَكُونُ الشَّمْسُ وَاقِعَةً بَيْنَهُ وَبَيْنَ الأَرْضِ.

الْحَقْلُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ وَالْحَقْلُ الْكَهْرَبَائِيُّ فِي جَوِّ الزُّهْرَة

عَلَى الرَّغْمِ مِنْ وُجُودِ قِسْمٍ عَجِينِيٍّ فِي الرِّدَاءِ الْقَائِمِ تَحْتَ الْقِشْرَةِ الصَّخْرِيَّةِ فِي هَذَا الْكَوْكَبِ، فَإِنَّ أَجْهِزَةَ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ، وَالْسَّوابِرَ الَّتِي بُثَّتْ عَلَى سَطْحِهِ، لمْ تُسَجِّلْ أَيَّ أَثَرٍ لِحَقْلٍ مِغْنَاطِيسِيٍّ أَوْ كَهْرَبَائِيٍّ حَوْلَهُ، وَسَبَبُ ذَلِكَ الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ الْبَطِيئَةُ حَوْلَ نَفْسِهِ، وَالَّتِي لاَ تُسَاعِدُ عَلَى تَوْلِيدِ مِثْلِ هَذَيْنِ الْحَقْلَيْنِ.



تَتفاعَلُ الرِّياحُ الشَّمسيةُ مُباشرةً مَعَ الجَوِّ الأعْلى لِلزهْرَة، نَظراً لِعَدمِ وجودِ حَقلٍ مِغْناطيسيٍّ ذي أهَميَّةٍ لِهَذا الكَوكب، وحَيثُما توجدِ الرِّياحُ الشَّمسيةُ حَولَ الكَوكبِ تَتكوَّنُ صَدمةٌ قاسيةٌ. وبَعضُ الذَّراتِ المُحايدَةِ (اللون القرمزي) المَوجودَة في أعالي جَوِّ الزهْرَة تُصبح أيوناتٍ مَشحونَةً كَهربائياً (اللون البرتقالي) وعِندئذٍ تنْقل إلى الرِّياح الشَّمسية. ويَنْشأُ أيْضاً عَن الإشعاع الشَّمسيِّ طَبقةٌ مشْحونَةٌ دائِمةٌ، هِيَ الغِلافُ الأيوني (المنطقة الزرقاء) الذي يَتكوَّنُ في ارْتِفاعاتٍ مُنْخفِضة حَولَ الكَوكَب.

(فينوس إكسبريس)

في **2005/9/9**م، تَمّ إطْلاقُ الصَّاروخ الرُّوسي (سيوز) مِن مَركَزِ بايكونور الفَضائي، وَهُوَ يَحملُ أوّلَ مهمَّةٍ أوربيةٍ لِدراسَةِ هَذا الكَوكَبِ. أُطْلقَ اسمُ (فينوس إكسبريس) عَلى هَذهِ المَركَبةِ، ويَأملُ المُختصُّونَ في وَكالةِ الفَضاء الأوربيّة أنْ تُستخدم المَركَبة لِرَصدٍ شَامِلٍ للغِلافِ الجَوِّيِّ للزهْرَة، والحُصولِ عَلى المَزيدِ مِنَ المَعْلوماتِ عَن:

1 ـ التَّأثيرِ الشَّديدِ لِغازاتِ البَيتِ المَحْمي في كَوكبِ الزهْرة.

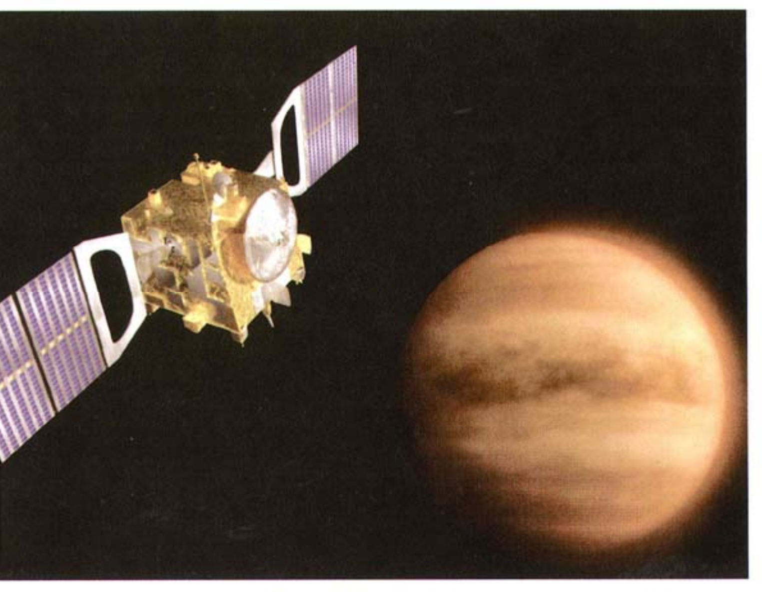
2 ـ الأعاصيرِ الشَّديدَة التي تَعصفُ بِصورةٍ مُستمرةٍ في الكَوكَب.

3 ـ سَببِ دَوران كوْكَب الزهْرة حَولَ نَفسه بِاتِّجاهٍ مُخْتلفٍ عَن جَميعِ كَواكبِ النِظام الشَّمسي، وببطء.

4 ـ امْتصاصِ الأشعةِ فَوقَ البَنَفسجيَّةِ عَلى ارْتِفاع (**80**كم).

5 ـ سببِ ضَعفِ المَجالِ المِغْناطيسي لِلزهرة.

6 ـ طَريقَة تَأثيرِ الجُسيْماتِ المَشحونَةِ الوارِدَة مِنَ الشَّمس عَلى طَبقاتِ الجَوِّ العُليا لِلزهرة.



المَركَبة (فينوس اكسبريس) تَستكشِف كَوكَب الزُّهرة مِنْ جَدِيد.

تَوَابِعُ الزُّهْرَة

لَيْسَ لِهَذَا الْكَوْكَبِ أَيُّ تَابعٍ، مَثَلُهُ فِي ذَلِكَ مَثَلُ الْكَوْكَبِ (عُطارِد)، فَهُوَ يَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ مُسْتَقِلاً بِذَاتِه.

الأَرْضِ
Earth
(كَوْكَب الحَياة)

تَحْتَلُّ الأَرْضُ بَيْنَ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الْمَرْتَبَةَ الثَّالِثَةَ بَعْدَ كَوْكَبَيْ (عُطارِد) وَ(الزُّهْرَة) مِنْ حَيْثُ بُعْدُهَا عَنِ الشَّمْسِ وَالْمُقَدَّرُ وَسَطِيّاً بِـ (149.6) مِلْيُونِ كِيلُومِتْرٍ، وَقَدِ اتُّخِذَتْ هَذِهِ الْمَسَافَةُ كَوَحْدَةٍ، دُعِيَتِ (الْوَحْدَةَ الْفَلَكِيَّةَ)، تُقَاسُ بِهَا أَبْعَادُ الْكَواكِبِ الأُخْرَى عَنِ الشَّمْسِ.

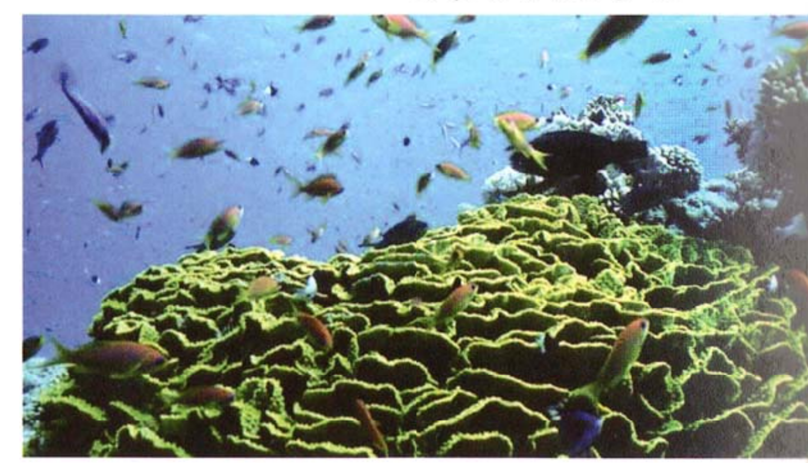


صورة لِشروقِ الأرضِ في مِنطقَة (مارسميثي)، الّتي تشْغل الحافّةُ الشّرقيّةُ مِنَ القَمَر التَقَطَها رُوادُ (أبولو-11). وهِيَ تُعزِّزُ الفِكرةَ القائِلةَ بأنَّهُ يُمكِنُنا فَهم الأرْض عَن طَريقِ دِراسَةِ القَمَر.



الأرضُ كَما صَوَّرها السَّابر فوياجر عام 1990م، قبلَ أن يُغَادِر المَجموعَة الشَّمسيَّة، وهِيَ تَبدو كَنقطةٍ زَرْقاء شاحِبة.

كَمَا تَأْتِي الأَرْضُ فِي الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ بَيْنَ كَواكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ مِنْ حَيْثُ حَجْمُهَا، إِذْ تَأْتِي بَعْدَ (الْمُشْتَري وَزُحَل وَأورانوس وَنِبْتون).



تَمتازُ الأَرض بتَنَوع الحَياة في كُلِ أرجَائِهَا حَتَى في أعمَاق البِحَار كَمَا في هَذَا الحَيد المُرجَاني في البَحر الأَحمَر.

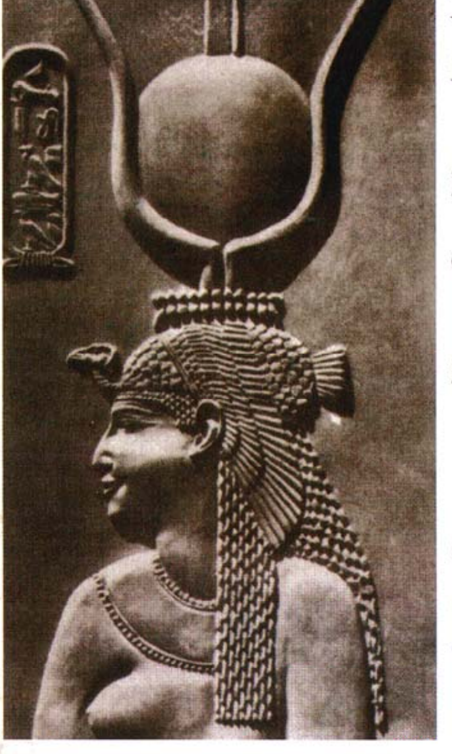
تُوصَفُ الأَرْضُ بِأَنَّهَا مِنْ أَكْثَرِ كَواكِبِ تِلْكَ الْمَنْظُومَةِ حَظّاً، لِوُقُوعِهَا عَلَى مِثْلِ ذَلِكَ الْبُعْدِ عَنِ الشَّمْسِ، فَلاَ هِيَ ذَاتُ حَرَارَةٍ مُحْرِقَةٍ كَمَا فِي كَوْكَبَيْ (عُطارِد) وَ (الزُّهَرَة)، وَلاَ هِيَ ذَاتُ بُرُودَةٍ مُمِيتَةٍ كَمَا فِي بَقِيَّةِ الْكَواكِبِ الأُخْرَى، وَهَذَا مَا أَهَّلَهَا لِتَكُونَ، وَحْدَهَا بَيْنَ أَعْضَاءِ الأُسْرَةِ الشَّمْسِيَّةِ، مَهْداً لِلْحَيَاةِ الْبَشَرِيَّةِ وَالْحَيَوَانِيَّةِ وَالنَّبَاتِيَّةِ الْمُزْدَهِرَةِ، وَمَسْرَحاً لِلْحَضَارَاتِ الرَّاقِيَةِ الْمُتَطَوِّرَةِ الرَّائِعَةِ.



إنَّ تَنوُّعَ الحَياة عَلى الأرْضِ لَم يَكتمِلْ اكْتِشافهُ بَعدْ. فَقَد اكْتشفَ ما يَقربُ مِن (1.72 مليون نَوع) وَتمّ تَسميتُها، يُضافُ إلى ذَلك قُرابةُ (10000) مِنَ الأنواعِ الجَديدةِ الّتي تكْتشفُ كُلَّ عام، وتُضافُ جَميعُ الأنواعِ المَعْروفَة حَتّى الحَشَرات. وتَتراوَحُ التَّقديراتُ لِلعَددِ الكُلّي لأنواعِ الحَياةِ عَلى الأرْضِ بَينَ سَبعَة مَلايين وأرْبعةَ عَشَر مِليوناً، وَيَعتقدُ عُلَماءُ الحَيوان أنَّ الأنواعَ الّتي تَعيشُ عَلى الأرْضِ رُبَّما شَكّلَتْ واحِداً مِنَ الألْف فَقط مِنَ الأنواعِ الّتي وُجِدتْ فيها عَلى مَرِّ الزَّمن.

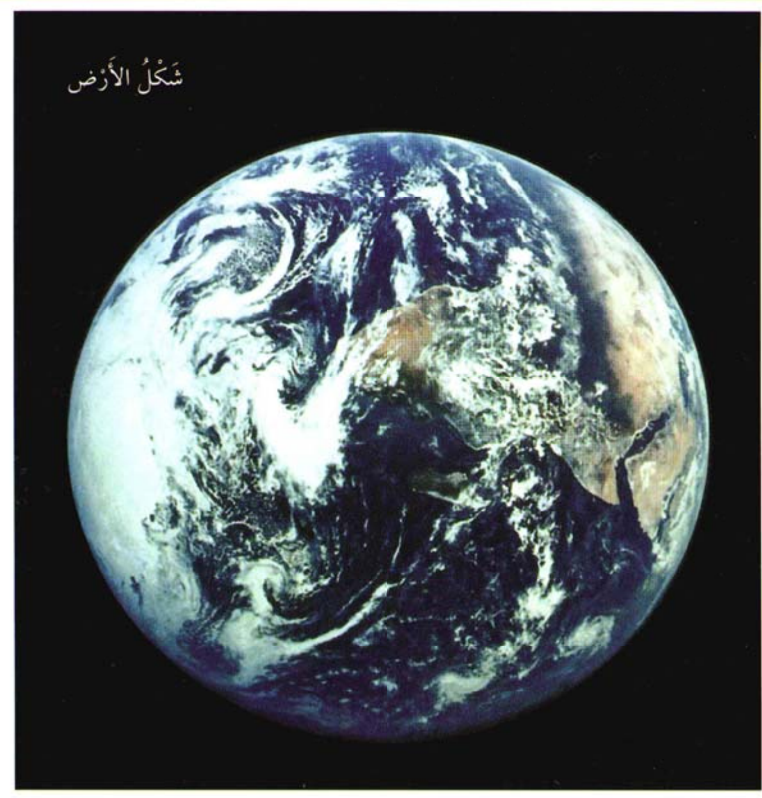
شَكْلُ الأَرْض

كَانَ الْوَصْفُ الْقَدِيمُ لِشَكْلِ الأَرْضِ بِأَنَّهَا كُرَةٌ مُفَلْطَحَةٌ عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ، مُنْتَفِخَةٌ عِنْدَ خَطِّ الاِسْتِوَاءِ، وَأَنَّهَا تُشْبِهُ فِي شَكْلِهَا ذَاكَ الْبِطِّيخَةَ. إلاَّ أَنَّ الصُّوَرَ الَّتِي قَامَتْ بِالْتِقَاطِهَا الأَقْمَارُ الصِّنَاعِيَّةُ لِكَامِلِ الأَرْضِ، بَيَّنَتْ أَنَّ شَكْلَهَا يُشْبِهُ الْبَيْضَةَ الْمُنْتَفِخَةَ عِنْدَ وَسَطِهَا. وَأَنَّ الْمِنْطَقَةَ الشَّمَالِيَّةَ فِيهَا مُقَبَّبَةٌ، بَيْنَمَا تَكُونُ الْمِنطَقَةُ الْقُطْبِيَّةُ الْجَنُوبِيَّةُ فِيهَا مُفَلْطَحَةً.

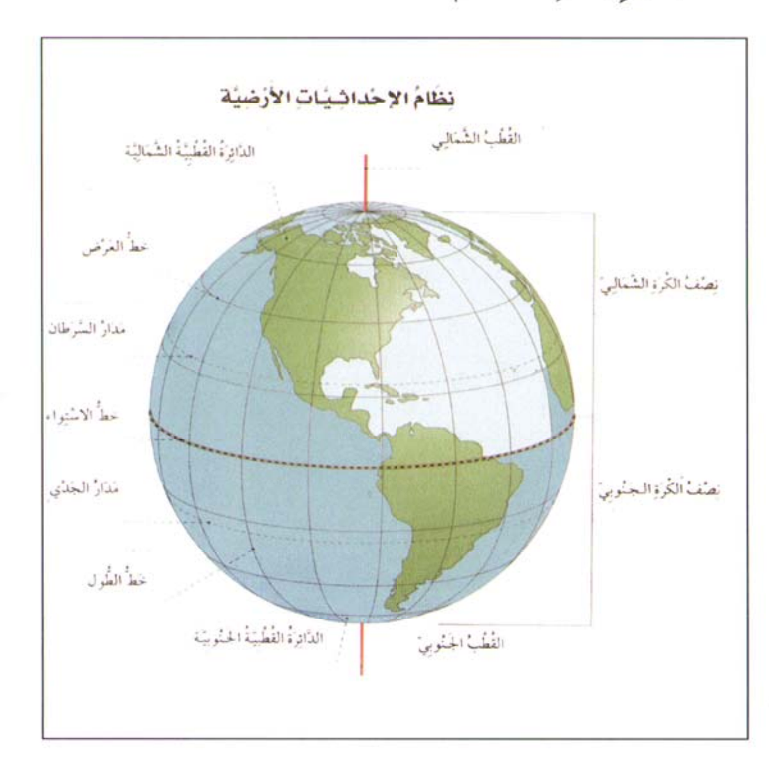


كِيلوبَاترَا، مَلِكَة مِصر، في هَيئَة إيزيس، الآلِهَة الأُم للأَرض. كَمَا كَانَ يُعتَقَد بِذَلك المَصريُون القُدَمَاء.

وَعِنْدَمَا تَمَّ مَسْحٌ رَادَارِيٌّ لِكَامِلِ سَطْحِ الأَرْضِ بِوَساطَةِ الْقَمَرِ الصِّنَاعِيِّ (فانغارد ـ 1) الَّذِي أُطْلِقَ يَوْمَ 17/3/1958م، مِنْ قَاعِدَةِ (كاب كانافيرال) فِي شِبْهِ جَزِيرَةِ (فلوريدا) فِي الْوِلاَيَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، أَظْهَرَتِ النَّتَائِجُ الَّتِي قَدَّمَهَا :



• أَنَّ خَطَّ الاِسْتِوَاءِ لاَ يُنَصِّفُ الْكُرَةَ الأَرْضِيَّةَ تَمَامَاً، وَإِنَّمَا هُوَ مُنْزَاحٌ لِمَسَافَةٍ ضَئِيلَةٍ بِاتِّجَاهِ الْجَنُوبِ؛ أَيْ أَنَّ الاِنْتِفَاخَ الاِسْتِوَائِيَّ لِلأَرْضِ لاَ يَنْطَبِقُ عَلَى الْخَطِّ الْمُنَصِّفِ لَهَا، وَإِنَّمَا يَقَعُ إِلَى الْجَنُوبِ مِنْهُ قَلِيلاً، وَأَنَّهُ يَرْتَفِعُ عَنْ سَطْحِ الْبَحْرِ بِمِقْدَارِ (21)كم.



• أَنَّ الْقُطْبَ الشَّمَالِيَّ الْمُقَبَّبَ أَكْثَرُ بُعْداً عَنْ مَرْكَزِ الأَرْضِ مِنَ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ الْوَاقِعِ فِي الْمِنْطَقَةِ الْمُفَلْطَحَةِ بِمِقْدَارِ (101)م.

• أَنَّ تَقَعُّرَ الْمِنْطَقَةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ يَبْلُغُ مِقْدَارَ (15)م. وَلِهَذَا قَالَ الْعَالِمُ (جون أوكييف) : إِنَّ أَدَقَّ وَصْفٍ لِشَكْلِ الأَرْضِ، هُوَ أَنَّهَا تُشْبِهُ ثَمَرَةَ الْكُمَّثْرَى، الْمُتَّجِهَ ذَنَبُهَا نَحْوَ الأَعْلَى وَرَأْسُهَا نَحْوَ الأَسْفَلِ.

أَبْعَادُ الأَرْض

طُولُ نِصْفِ قُطْرِهَا الاِسْتِوَائِيِّ : **6378** كم.
طُولُ نِصْفِ قُطْرِهَا الْقُطْبِيِّ : **6357** كم.
طُولُ قُطْرِهَا الْوَسَطِيِّ : **6367.5** كم.
طُولُ مُحِيطِهَا الاِسْتِوَائِيِّ : **40068** كم.
طُولُ مُحِيطِهَا الْقُطْبِيِّ : **40009** كم.
قِيمَةُ تَفَلْطُحِ مِنْطَقَتِهَا الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ : **1/300**

الأرضُ مِنَ الفضاءِ الخارجيِّ كما صوَّرتْها المركبةُ (أبولو 11)

حَجْمُ الأَرْض

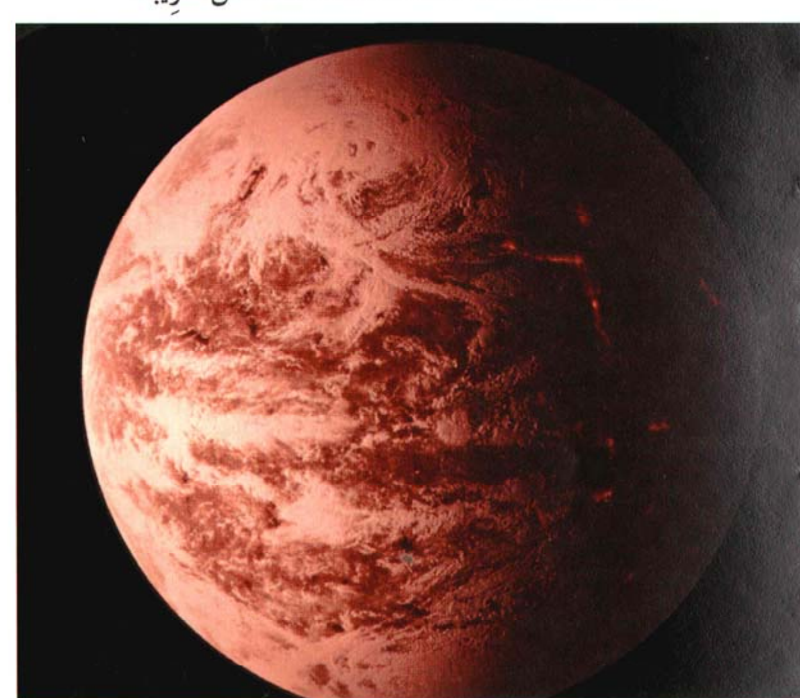
يُقَدَّرُ حَجْمُهَا بِـ (**1141.19**) مِلْيَارَ كِيلُومِتْرٍ مُكَعَّبٍ تَقْرِيباً، أَمَّا حَجْمُهَا الدَّقِيقُ، وَبِالأَمْتَارِ الْمُكَعَّبَةِ، فَهُوَ : (**1.1 000.000.000.782.322.190.41**)م3.

كَثَافَةُ الأَرْض

تَبْلُغُ الْكَثَافَةُ الْمُتَوَسِّطَةُ لِلْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ (5.83) غ/سم^3.

كُتْلَةُ الأَرْض

تُقَدَّرُ كُتْلَةُ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ - أَيْ وَزْنُهَا - بِـ (6.600.0 000.000.000.000.000.00) طُنٍّ تَقْرِيباً.

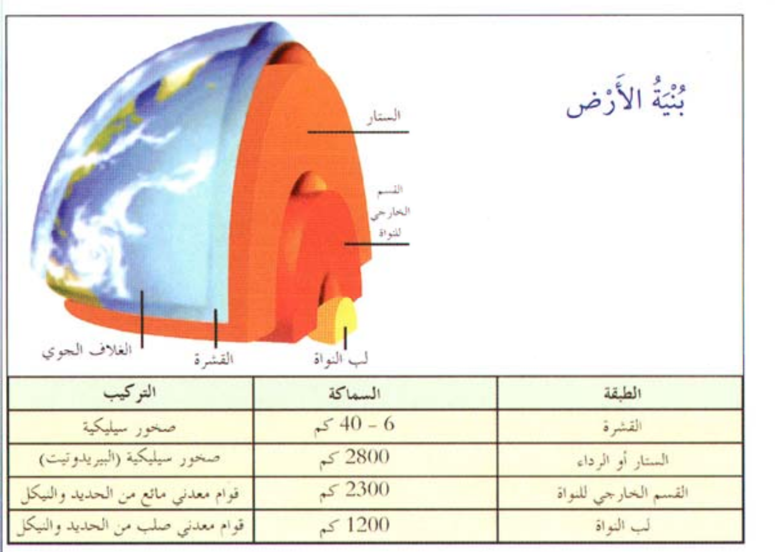


بُنْيَةُ الأَرْض

تَتَأَلَّفُ الأَرْضُ مِنْ ثَلاثِ طَبَقَاتٍ أَسَاسِيَّةٍ، يَضُمُّ كُلٌّ مِنْهَا عَدَداً مِنَ الطَّبَقَاتِ الْفَرْعِيَّةِ، وَتِلْكَ الطَّبَقَاتُ هِيَ:

(أ) الْقِشْرَةُ، (ب) السِّتَارُ أَوِ الْعَبَاءَةُ أَوِ الْوِشَاحُ أَوِ الدِّثَارُ أَوِ الرِّدَاءُ، (ج) النَّوَاةُ.

وَقَدْ أُطْلِقَ عَلَى قِشْرَةِ الأَرْضِ اسْمُ (سِيال) الَّذِي اسْتُمِدَّ مِنْ أَوْفَرِ مَعْدِنَيْنِ بَيْنَ الْمَعَادِنِ الْمُرَكَّبَةِ لِهَذِهِ الْقِشْرَةِ وَهُمَا: (السِّيلِيس) الَّذِي رُمِزَ لَهُ بِحَرْفَيْ (سي) وَ(الأَلَمِنْيُوم) الَّذِي رُمِزَ لَهُ بِحَرْفَيْ (ال). كَمَا أُطْلِقَ عَلَى السِّتَارِ اسْمُ (سِيما) الَّذِي اشْتُقَّ اسْمُهُ مِنْ أَوْفَرِ مَعْدِنَيْنِ بَيْنَ الْمَعَادِنِ الْمُرَكَّبَةِ لَهُ وَهُمَا (السِّيلِيس) الَّذِي رُمِزَ لَهُ بِحَرْفَيْ (سي) وَ(الْمغنيسيوم) الَّذِي رُمِزَ لَهُ بِحَرْفَيْ (ما). وَأُطْلِقَ عَلَى النَّوَاةِ اسْمُ (نيفا) الَّذِي اشْتُقَّ مِنْ اسْمَيْ أَوْفَرِ مَعْدِنَيْنِ بَيْنَ الْمَعَادِنِ الْمُرَكَّبَةِ لِهَذِهِ الطَّبَقَةِ وَهُمَا (النِّيكل) وَرُمِزَ لَهُ بِحَرْفَيْ (نِي) وَ(الْحَدِيد) الَّذِي رُمِزَ لَهُ بِحَرْفَيْ (فا) وَالاشْتِقَاقُ مَأْخُوذٌ مِنْ اسْمِ هَذَا الْمَعْدِنِ بِالْفَرَنْسِيَّةِ إِذْ يُطْلَقُ عَلَيْهِ اسْمُ (فير).



الطبقة	السماكة	التركيب
القشرة	6 - 40 كم	صخور سيليكية
الستار أو الرداء	2800 كم	صخور سيليكية (البيريدوتيت)
القسم الخارجي للنواة	2300 كم	قوام معدني مائع من الحديد والنيكل
لب النواة	1200 كم	قوام معدني صلب من الحديد والنيكل

قِشْرَةُ الأَرْض

تَبْلُغُ كَثَافَةُ هَذِهِ الْقِشْرَةِ (2.7)غ/سم3 أَمَّا سُمْكُهَا فَيَخْتَلِفُ مِنْ مَكَانٍ إِلَى آخَرَ، فَهُوَ يَبْلُغُ (3 - 8)كم تَحْتَ مِيَاهِ الْمُحِيطَاتِ، وَيَصِلُ إِلَى (32 - 40)كم تَحْتَ الْمَنَاطِقِ السَّهْلِيَّةِ، وَيَبْلُغُ (50 - 80)كم تَحْتَ الْمَنَاطِقِ الَّتِي تَضُمُّ السَّلاسِلَ الْجَبَلِيَّةَ الْكُبْرَى.

وَتَتَأَلَّفُ قِشْرَةُ الأَرْضِ مِنَ الصُّخُورِ الْغَرَانِيتِيَّةِ الْمُتَبَلْوِرَةِ، وَمِنَ الصُّخُورِ الرُّسُوبِيَّةِ، وَمِنَ الصُّخُورِ الانْدِفَاعِيَّةِ الْبَازَلْتِيَّةِ أَوِ الْخَضْرَاءِ. وَهُنَاكَ عُنْصُرانِ رَئِيسَانِ يُؤَلِّفَانِ (75 %) مِنْ تَرْكِيبِ الْقِشْرَةِ الأَرْضِيَّةِ هُمَا: (الأوكسجين) الَّذِي تَبْلُغُ نِسْبَتُهُ فِيهَا (47 %) ثُمَّ (السِّيليكون) الَّذِي تَبْلُغُ نِسْبَتُهُ فِيهَا (28 %). وَهُنَاكَ (6) عَنَاصِرَ أُخْرَى تَبْلُغُ نِسْبَتُهَا مُجْتَمِعَةً (24 %) وَهِيَ: (1) الأَلْمِنْيُوم: وَنِسْبَتُهُ (8 %)، (2) الْحَدِيد:

طوبوغرافيا القِشرة الأَرضيَّة

الصفيحة الأوراسيّة
الصفيحة الأناضوليّة
نتوء منتصف الأطلسيّ
الصفيحة الهلّينيّة
الصفيحة الإفريقيّة
الصفيحة الأمريكيّة الجنوبيّة
الصفيحة العربيّة
نتوء منتصف المحيط الهنديّ
الصفيحة الهنديّة - الأستراليّة
المرتفع الهادئ - القطبيّ الجنوبيّ
الصفيحة القطبيّة الجنوبيّة
صفيحة نازكا
صفيحة كوكوس
صفيحة البحر الكاريبي
صفيحة المحيط الهادئ
الصفيحة الفلبينيّة
الصفيحة الأمريكيّة الشماليّة

وَنسْبَتُهُ (5 %)، (3) الكالسيوم : وَنِسْبَتُهُ (3.5 %)، (4) الصُّوديوم : وَنِسْبَتُهُ (2.75 %)، (5) البوتاسيوم : وَنِسْبَتُهُ (2.5 %)، (6) الْمغنيسيوم : وَنِسْبَتُهُ (2.25 %).

هَذَا بِالإِضَافَةِ إِلَى (80) عُنْصُراً آخَرَ، لاَ تُؤَلِّفُ مُجْتَمِعَةً أَكْثَرَ مِنْ (1 %) مِنْ تَرْكِيبِ تِلْكَ الْقِشْرَةِ. وَمِن حُسْنِ حَظِّ الْبَشَرِ أَنَّ الْقِشْرَةَ الأَرْضِيَّةَ لاَ تَخْضَعُ لِهَذِهِ النِّسْبَةِ فِي جَمِيعِ بِقَاعِهَا، بِسَبَبِ تَدَاخُلِ عَوَامِلَ فِيزْيَائِيَّةٍ وَكِيمْيَائِيَّةٍ، مِمَّا سَمَحَ بِنُشُوءِ تَجَمُّعَاتٍ مَوْضِعِيَّةٍ لِمَعَادِنَ وَأَشْبَاهِ مَعَادِنَ وَقُوًى مُحَرِّكَةٍ، تُشَكِّلُ، عِنْدَ اكْتِشَافِهَا، مَنَاجِمَ وَمَكَامِنَ اسْتِثْمَارٍ تُسَاعِدُ عَلَى تَطَوُّرِ حَيَاةِ الْبَشَرِ وَرُقِيِّهِمْ.

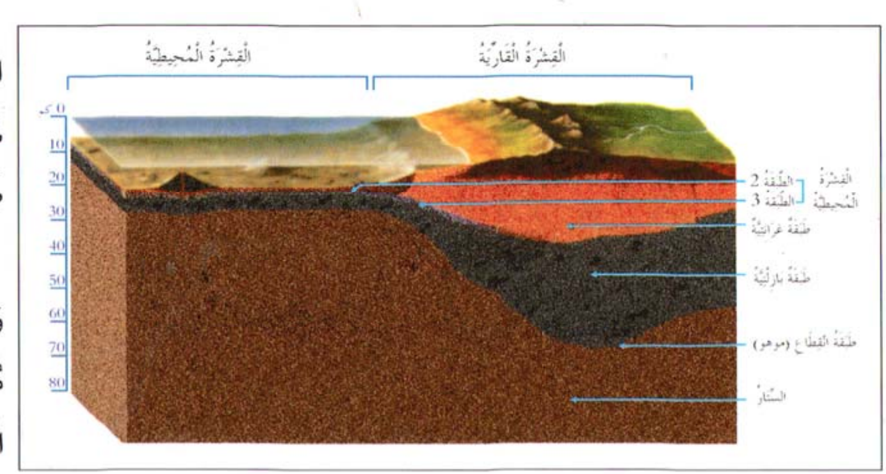
وَهِيَ طَبَقَةٌ تَبْلُغُ كَثَافَتُهَا (3)غ/سم³، فَهِيَ أَكْثَفُ مِنَ الْقِشْرَةِ الأَرْضِيَّةِ، وَلَكِنَّ سُمْكَهَا لاَ يَتَجَاوَزُ (6)كم، وَقَدْ أُطْلِقَ عَلَيْهَا (طَبَقَةُ انْقِطَاعِ موهو) بِاسْمِ مُكْتَشِفِهَا الْعَالِمِ الْجِيُولُوجِيِّ الْيُوغُوسْلاَفِيِّ (موهو روفيتشك). وَسُمِّيَتْ (بِطَبَقَةِ انْقِطَاعٍ) لأَنَّ الْهَزَّاتِ الزِّلْزَالِيَّةَ الَّتِي تَجْتَازُهَا تُغَيِّرُ مِنْ شَكْلِ ذَبْذَبَاتِهَا الَّتِي يَرْسِمُهَا (الْمِرْجَافُ) - أَيْ مُسَجِّلُ الزَّلاَزِلِ - عَلَى الْوَرَقِ.

وَقَاعِدَةُ الْقِشْرَةِ الأَرْضِيَّةِ وَطَبَقَةُ (موهو) تُشَكِّلاَنِ سَطْحاً مُجَعَّداً مُرْتَكِزاً عَلَى سَطْحِ طَبَقَةِ (السِّتَارِ) الْمُتَعَرِّجِ وَالْمُتَجَعِّدِ أَيْضاً، وَهَذَا مَا يَجْعَلُ قَاعِدَةَ قِشْرَةِ الأَرْضِ وَطَبَقَةَ (موهو) مُتَدَاخِلَةً مَعَ سَطْحِ السِّتارِ الأَرْضِيِّ. أَمَّا تَرْكِيبُ طَبَقَةِ (موهو) فَيَغْلِبُ عَلَيْهِ الصَّخْرُ الْبَازِلْتِيُّ الْمَمْزُوجُ مَعَ (الْمَغنيسيوم) وَهَذَا مَا يَجْعَلُهُ أَكْثَرَ كَثَافَةً مِنْ بَازِلْتِ الْقِشْرَةِ الأَرْضِيَّةِ الأَسْوَدِ، كَمَا يَكُونُ سَوَادُهُ أَشَدَّ قَتَامَةً مِنَ الصُّخُورِ الْبَازِلْتِيَّةِ.

السِّتَارُ الأَرْضِيُّ

تَكُونُ كَثَافَتُهُ أَعْلَى مِنْ كَثَافَةِ طَبَقَةِ (موهو) وَتَبْلُغُ عِنْدَ سَطْحِ السِّتَارِ (3.3)غ/سم³ بَيْنَمَا تَصِلُ إِلَى (8)غ/سم³ عِنْدَ قَاعِدَتِهِ الْمُرْتَكِزَةِ عَلَى نَوَاةِ الأَرْضِ. يَبْلُغُ سُمْكُ السِّتَارِ (2850)كم، وَيَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِهِ الصُّخُورُ الَّتِي تُدْعَى (الْبِيرِيدُوتِيتْ)[1] الَّذِي تَكُونُ نِسْبَةُ الْحَدِيدِ فِيهِ أَكْبَرَ مِمَّا هِيَ عَلَيْهِ فِي طَبَقَةِ (موهو). وَنَظَراً لِشِدَّةِ الضَّغْطِ الَّذِي يَخْضَعُ لَهُ السِّتَارُ، وَلِمَا يُوَلِّدُهُ ذَلِكَ الضَّغْطُ فِيهِ مِنْ حَرَارَةٍ، فَإِنَّ صُخُورَهُ تَكُونُ ذَاتَ قَوَامٍ عَجِينِيٍّ، شَأْنُهُ فِي ذَلِكَ شَأْنُ قَضِيبِ الشَّمْعِ الأَحْمَرِ الَّذِي يَبْدُو صُلْباً، وَلَكِنْ مَا أَنْ يَتَعَرَّضَ لِضَغْطٍ قَوِيٍّ

(1) الْبِيرِيدُوتِيت : صَخْرٌ نَارِيٌّ قَاعِدِيٌّ يَتَرَكَّبُ مِنْ سِيلِيكَاتِ الْمغنيسيوم وَالْحَدِيد.



حَتَّى يَتَحَوَّلَ إِلَى كُتْلَةٍ عَجِينِيَّةِ الْقُوام.

وَيُقْسَمُ السِّتَارُ الأَرْضِيُّ إِلَى (4) طَبَقاتٍ فَرْعِيَّةٍ، يَفْصِلُ بَيْنَ كُلِّ طَبَقَةٍ وَطَبَقَةٍ سَطْحُ انْفِصالٍ مُؤَلَّفٌ مِنْ طَبَقَةٍ رَقِيقَةٍ. وَتِلْكَ الطَّبَقَاتُ هِيَ :

الطَّبَقَةُ الأُولَى : يَبْلُغُ سُمْكُهَا (300)كم، وَتُعْتَبَرُ الْمَصْدَرَ الأَسَاسِيَّ لِمُعْظَمِ الْهَزَّاتِ الَّتِي تَبْلُغُ سَطْحَ الأَرْضِ، لِذَا دُعِيَتْ (طَبَقَة بُؤْرَةِ الزَّلازِلِ).

الطَّبَقَةُ الثَّانِيَةُ : يَبْلُغُ سُمْكُهَا (450)كم، وَيُطْلَقُ عَلَيْهَا اسْمُ (طَبَقَةِ غوتِمْبِرْغ) وَهُوَ اسْمُ الْعَالِمِ الْجِيُولُوجِيِّ الَّذِي تَوَصَّلَ إِلَى اكْتِشافِهَا.

الطَّبَقَةُ الثَّالِثَةُ : وَسُمْكُهَا (2080)كم، وَيُطْلَقُ عَلَيْهَا اسْمُ (طَبَقَةِ غوليستين) وَهُوَ اسْمُ الْعَالِمِ الْجِيُولُوجِيِّ الَّذِي قَامَ بِاكْتِشَافِهَا، ومِنْهَا تَنْطَلِقُ الزَّلازِلُ الْكُبْرَى الَّتِي تَبْلُغُ سَطْحَ الأَرْضِ، لِذَا تُدْعَى أَيْضاً بِاسْمِ (طَبَقَةِ بُؤْرَةِ الزَّلازِلِ الأَرْضِيَّةِ الْكُبْرَى).

الطَّبَقَةُ الرَّابِعَةُ : وَسُمْكُهَا (20)كم، وَهِيَ طَبَقَةٌ مُتَجَعِّدَةٌ، لِذَا فَهِيَ تَتَدَاخَلُ مَعَ الطَّبَقَةِ الْعُلْيَا الْمُتَجَعِّدَةِ أَيْضاً فِي النَّوَاةِ.

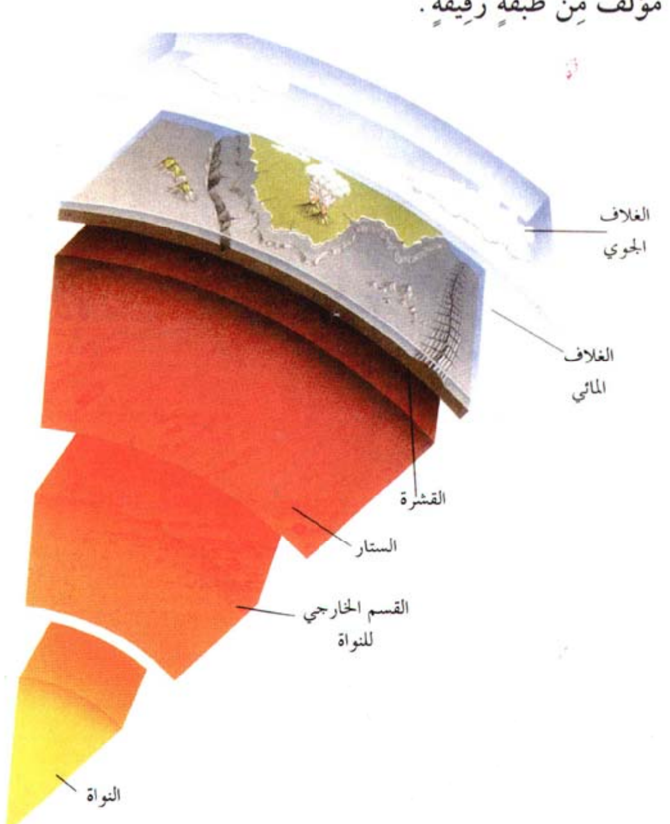
النَّوَاةُ

تَبْلُغُ كَثَافَتُهَا عِنْدَ السَّطْحِ (9)غ/سم3 بَيْنَمَا تَبْلُغُ كَثَافَتُهَا عِنْدَ مَرْكَزِ الأَرْضِ (14)غ/سم3 وَهَذَا مَا يَجْعَلُ الْكَثَافَةَ الْوُسْطَى لِلنَّوَاةِ فِي حُدُودِ (11.5)غ/سم3، أَمَّا سُمْكُهَا فَيَبْلُغُ (3490)كم. وَتَنْقَسِمُ إِلَى (3) ثَلاثِ طَبَقاتٍ هِيَ :

1. الطَّبَقَةُ الْعُلْيَا لِلنَّوَاةِ : وَسُمْكُهَا (2200)كم، وَهِيَ ذَاتُ قَوَامٍ مَعْدَنِيٍّ مَائِعٍ وَذَاتُ سَطْحٍ مُتَجَعِّدٍ مُتَدَاخِلٍ مَعَ الطَّبَقَةِ الْقَاعِدِيَّةِ الْمُتَجَعِّدَةِ فِي السِّتَارِ الْعَجِينِيِّ الْقَوَامِ، وَيَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ (الْحَدِيدُ) وَ(النِّيكِلُ).

2. الطَّبَقَةُ الْوُسْطَى لِلنَّوَاةِ : وَسُمْكُهَا (120)كم، وَهِيَ ذَاتُ قَوَامٍ مَعْدَنِيٍّ صُلْبٍ، إِذْ تَتَأَلَّفُ مِن (الْحَدِيدِ) مَعَ نِسْبَةٍ عَالِيَةٍ مِنَ (النِّيكِل).

3. الْقِسْمُ الْبَاطِنُ لِلنَّوَاةِ أَوْ (لُبُّ النَّوَاةِ) : وَسُمْكُهُ (1170)كم، وَهُوَ ذُو قَوَامٍ مَعْدَنِيٍّ شَدِيدِ الصَّلابَةِ، وَيَتَأَلَّفُ مِنَ (الْحَدِيدِ) مَعَ نِسْبَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ (النِّيكِل). وَبَيْنَ كُلِّ طَبَقَةٍ وَأُخْرَى مِنْ هَذِهِ الطَّبَقَاتِ الثَّلاثِ، يُوجَدُ سَطْحُ انْفِصالٍ مُؤَلَّفٌ مِنْ طَبَقَةٍ رَقِيقَةٍ.



1
2
3
نُوَاةُ الأَرْض

سَطْحُ الأَرْض

يَتَأَلَّفُ سَطْحُ الأَرْضِ مِنْ قِسْمَيْنِ أَسَاسِيَّيْنِ هُمَا : (الْبَرُّ) وَ(الْبَحْرُ). وَيَشْغَلُ الْبَرُّ (29 %) مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ الَّذِي تَبْلُغُ مِسَاحَتُهُ (510) مَلايِينَ كِيلُومِتْرٍ مُرَبَّعٍ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (148) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ مُرَبَّعٍ. بَيْنَمَا يَشْغَلُ الْبَحْر (71 %) مِنْ مِسَاحَةِ سَطْحِ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (362) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ مُرَبَّعٍ.

وَيَتَأَلَّفُ سَطْحُ الأَرْضِ مِنْ (7) قَارَّاتٍ يَتْبَعُ كُلاً مِنْهَا عَدَدٌ مِنَ الْجُزُرِ. كَمَا يَتَأَلَّفُ مِنْ (5) مُحِيطَاتٍ يَتْبَعُ كُلاً مِنْهَا عَدَدٌ مِنَ الْبِحَارِ.

جَاذِبِيَّةُ الأَرْض

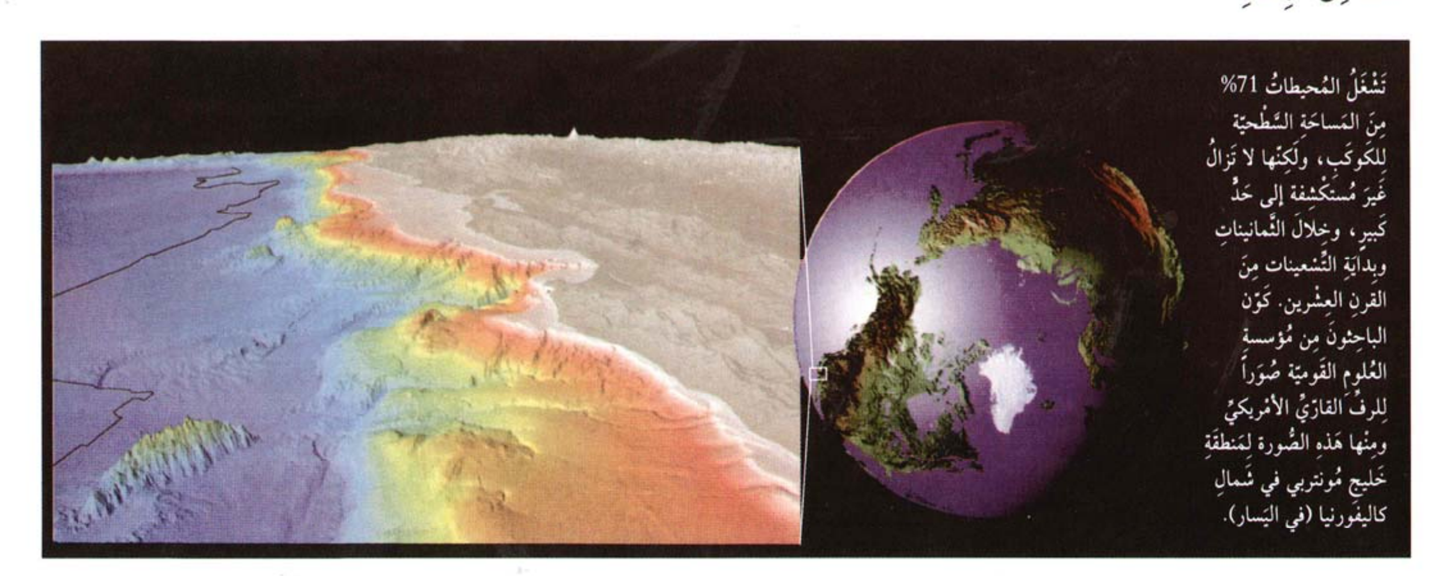
لِلتَخَلُّصِ مِنْ جَاذِبِيَّةِ الأَرْضِ نَحْتَاجُ إِلَى سُرْعَةٍ قَدْرُهَا (11.2) كِيلُومِتْراً فِي الثَّانِيَةِ، وَلاَ يَفُوقُ الأَرْضَ فِي قُوَّةِ الْجَاذِبِيَّةِ إِلاَّ ثَلاثَةُ كَواكِبَ هِيَ : الْمُشْتَرِي، وَزُحَل، وَنِبْتون.

الْغِلافُ الْغَازِيُّ لِلْكُرَةِ الأَرْضِيَّة

يُدْعَى الْغِلافُ الْغَازِيُّ لِلْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ بِاسْمِ Atmospher (أَتْمُوسْفِيرْ) وَهِيَ كَلِمَةٌ يُونَانِيَّةٌ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَقْطَعِيْنِ : (أَتْمُو) وَيَعْنِي (الْبُخَارَ) وَ(سْفِير) وَيَعْنِي (كُرَةً) - أَيْ (الْكُرَةُ الْبُخَارِيَّةُ) - اعْتِقَاداً مِنَ الْيُونَانِيِّينَ الْقُدَمَاءِ بِأَنَّ بُخَارَ الْمَاءِ هُوَ الَّذِي يُؤَلِّفُ مُعْظَمَ ذَلِكَ الْغِلافِ.

وَالْوَاقِعُ أَنَّ بُخَارَ الْمَاءِ وَالْغُبَارَ يَدْخُلانِ كَجِسْمَيْنِ خَلِيطَيْنِ مَعَ الْهَوَاءِ، دُونَ أَنْ يَكُونَا مِنْ مُرَكَّبَاتِهِ. إِذْ يَتَأَلَّفُ الْهَوَاءُ قُرْبَ سَطْحِ الأَرْضِ مِنْ غَازِ (الآزُوت) بِنِسْبَةِ (78.07 %) وَمِنْ غَازِ (الأوكسجين) بِنِسْبَةِ (20.95 %)، وَتُؤَلِّفُ الْغَازَاتُ الأُخْرَى، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا غَازُ الْفَحْمِ وَالآرْغُون وَالْكربتون وَالْهيدروجين وَالْكسينون والْهليوم وَالأُوزون)، نِسْبَةَ (0.98 %).

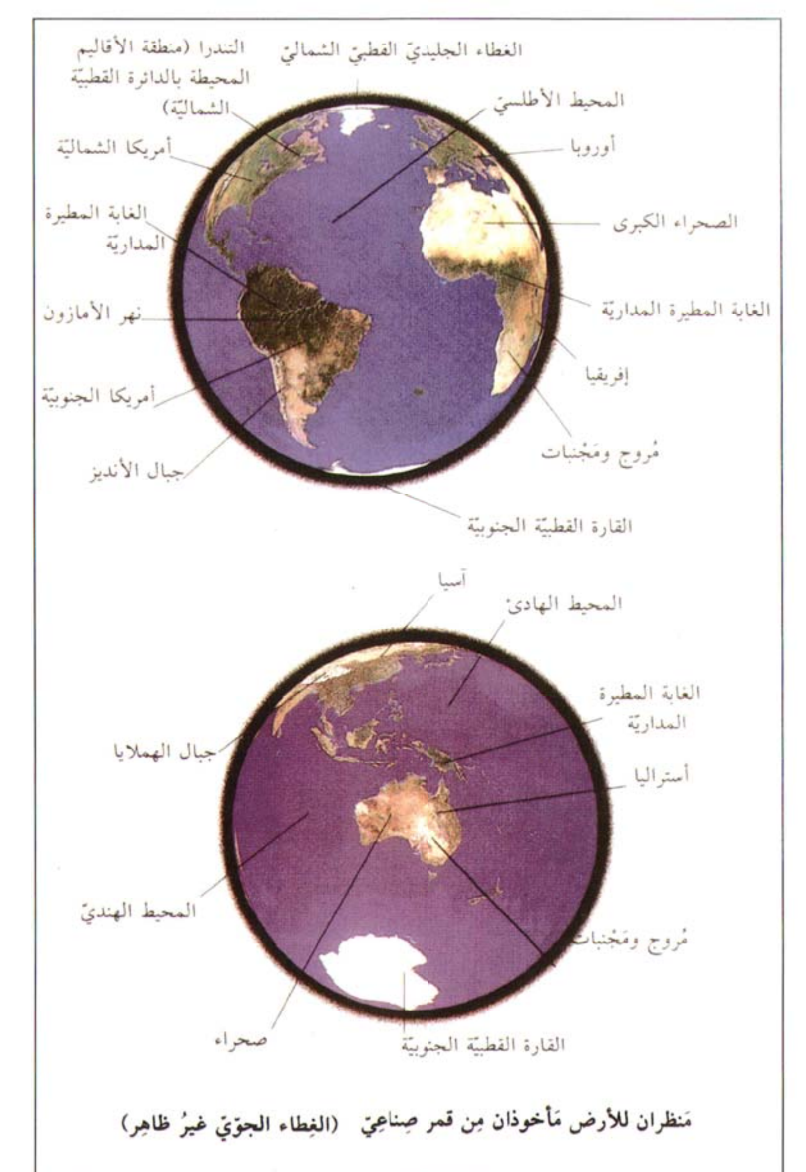
وَيَمْتَدُّ الْغِلافُ الْجَوِّيُّ لِلْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (65.000)كم، بِمَا فِي ذَلِكَ كُلُّ الطَّبَقَاتِ الَّتِي



تَشْغَلُ المُحيطاتُ 71% مِنَ المَساحَةِ السَّطْحيّةِ للكوكَبِ، ولَكِنّها لا تَزالُ غَيرَ مُستَكشفةٍ إلى حَدٍّ كَبيرٍ، وخِلالَ الثَّمانيناتِ وبِدايَةِ التِّسْعينات مِنَ القرنِ العِشْرين. كَوَّنَ الباحِثونَ مِن مُؤسسةِ العُلومِ القَوميّةِ صُوَراً للرفِّ القارّيِّ الأمْريكيِّ ومِنها هَذِهِ الصُّورة لِمَنطقَةِ خَليجِ مُونتريي في شَمالِ كاليفورنيا (في اليَسار).

تَحْدُثُ فِيهَا ظَوَاهِرُ تُؤَثِّرُ فِي كَوْكَبِ الأَرْضِ وَمَا عَلَيْهِ مِنْ حَيَاةٍ.

أَمَّا الْجُزْءُ الْكَثِيفُ نِسْبِيًّا مِنْ ذَلِكَ الْغِلافِ الْغَازِيِّ، فَلاَ يَزِيدُ ارْتِفَاعُهُ عَلَى (160)كم عَنْ سَطْحِ الْبَحْرِ. وَهُوَ الَّذِي يُسَبِّبُ احْتِرَاقَ الشُّهُبِ وَالطَّبَقَةِ السَّطْحِيَّةِ لِلنَّيَازِكِ أَثْنَاءَ انْقِضَاضِهَا بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الأَرْضِ، كَمَا أَنَّهُ هُوَ الَّذِي يَرْفَعُ دَرَجَةَ حَرَارَةِ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ وَالْمُخْتَبَرَاتِ الْفَضَائِيَّةِ أَثْنَاءَ احْتِكَاكِهَا بِهِ عِنْدَ اجْتِيَازِهَا لَهُ وَهِيَ فِي طَرِيقِهَا إِلَى مَدَارَاتِهَا الْمَرْسُومَةِ لَهَا.



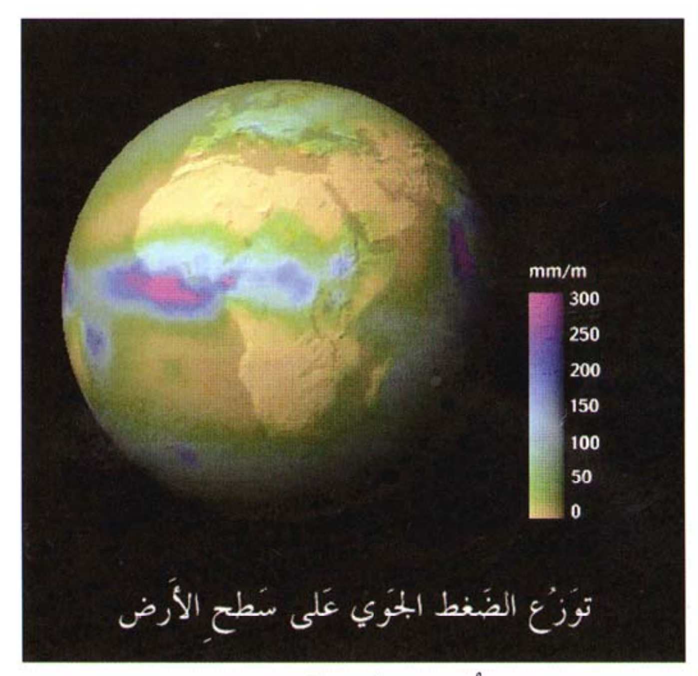
مَنظران للأرض مَأخوذان مِن قمر صِناعِيّ (الغطاء الجويّ غيرُ ظاهِر)

أجزاء أَغلِفَة الأَرض

وَزْنُ الْغِلافِ الْجَوِّيِّ (مِقْدَارُ الضَغْطِ)

يَبْلُغُ وَزْنُ الْغِلافِ الْجَوِّيِّ - وَهُوَ مَا نُعَبِّرُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ - الْوَاقِعِ عَلَى كُلِّ سَنْتِيمِتْرٍ مُرَبَّعٍ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ عِنْدَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ (1.34)كغ. وَيُعَادِلُ وَزْنَ عَمُودٍ مِنَ الزِّئْبَقِ، مَقْطَعُهُ (1)سم^2 وَاحِدٌ، وَارْتِفَاعُهُ (76)سم، مُقَامٍ عِنْدَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ.

وَتِلْكَ النَّتِيجَةُ، كَانَ قَدْ تَوَصَّلَ إِلَيْهَا الْعَالِمُ الْفِيزْيَائِيُّ الإِيطَالِيُّ إيفان جيليستا توريشيللي (1608 - 1674)م، الَّذِي قَامَ بِإِحْضَارِ عَمُودٍ زُجَاجِيٍّ مَدَرَّجٍ قُطْرُهُ (1)سم2، مَسْدُودٍ مِنْ أَعْلاَهُ، ثُمَّ مَلأَهُ بِالزِّئْبَقِ، وَسَدَّهُ مِنَ الطَّرَفِ الثَّانِي الْمَفْتُوحِ بِإِصْبَعِهِ، وَبَعْدَ أَنْ غَمَسَ ذَلِكَ الرَّأْسَ فِي حَوْضٍ فِيهِ زِئْبَقٌ، رَفَعَ إِصْبَعَهُ عَنْ فَتْحَةِ ذَلِكَ الْعَمُودِ، فَلاَحَظَ أَنَّ



توزع الضغط الجوي على سطح الأرض

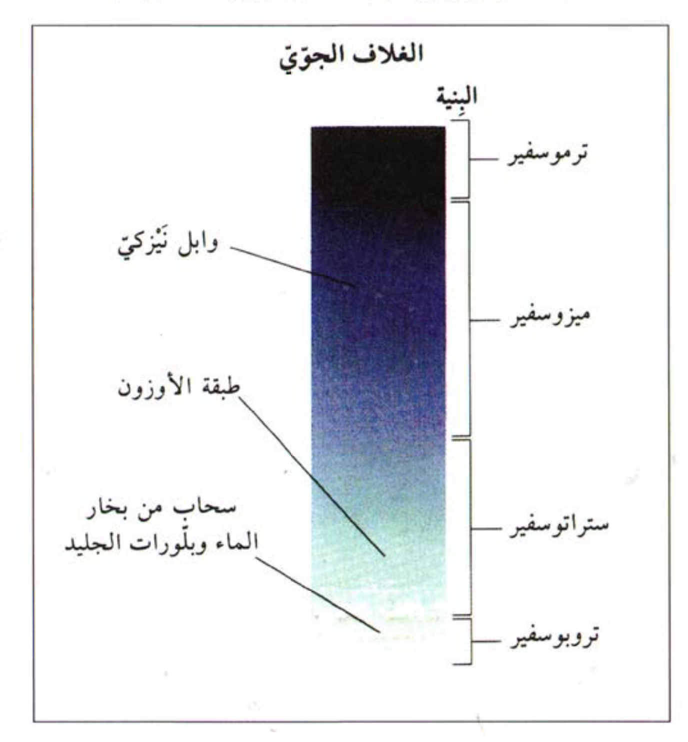
الزِّئْبَقَ قَدْ هَبَطَ بِالأُنْبُوبِ، ثُمَّ تَوَقَّفَ عِنْدَ الرَّقْمِ (76)سم، وَعِنْدَهَا تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ الضَّغْطَ الْجَوِّيَّ الْوَاقِعَ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ عِنْدَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ يُعَادِلُ وَزْنُهُ - أَيْ ضَغْطُهُ - وَزْنَ ذَلِكَ الْعَمُودِ الزِّئْبَقِيِّ وَالْبَالِغِ (1.34)كغ، عَلَى اعْتِبَارِ أَنَّ كَثَافَةَ الزِّئْبَقِ يُسَاوِي (13.6) غ/سم^3. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ عِنْدَمَا نَرْتَفِعُ فِي الْجَوِّ إِلَى عُلُوِّ (6)كم، فَإِنَّ قِيمَةَ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ تَهْبِطُ إِلَى النِّصْفِ. وَأَنَّهُ عِنْدَمَا نَرْتَفِعُ إِلَى عُلُوِّ (12)كم فِي الْجَوِّ، يَفْقِدُ الضَّغْطُ الْجَوِّيُّ هُنَاكَ (75 %) مِنْ وَزْنِهِ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ الْغَازَاتِ الثَّقِيلَةَ تَقِلُّ تَدْرِيجِيّاً مَعَ ازْدِيَادِ ارْتِفَاعِنَا فِي الْجَوِّ، ثُمَّ لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَخْتَفِيَ لِتَحُلَّ مَحَلَّهَا غَازَاتٌ خَفِيفَةٌ يَعْلُوهَا فِي النِّهَايَةِ حِزَامٌ جَوِّيٌّ مُمَغْنَطٌ وَمُكَهْرَبٌ. وَيُقَسَّمُ الْغِلافُ الْغَازِيُّ لِلأَرْضِ إِلَى قِسْمَيْنِ أَسَاسِيَّيْنِ هُمَا: (الْغِلافُ الدَّاخِلِيُّ) وَ(الْغِلافُ الْخَارِجِيُّ).

الْغِلافُ الدَّاخِلِيُّ: يَمْتَدُّ مِنْ سَطْحِ الْبَحْرِ حَتَّى ارْتِفَاعِ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (775 - 1000)كم، وَيَحْتَوِي عَلَى الطَّبَقَاتِ التَّالِيَةِ:

• طَبَقَةُ (التروبوسْفِير)Tropospher: وَهِيَ تَسْمِيَةٌ يُونَانِيَّةٌ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَقْطَعَيْنِ هُمَا: (تروبو) وَيَعْنِي (التَّغَيُّرات) وَ(سْفِير) وَيَعْنِي (الْكُرَة) - أَيْ (كُرَةُ التَّغَيُّراتِ). وَقَدْ أَطْلَقَ الْعُلَمَاءُ عَلَيْهَا اسْمَ (طَبَقَةِ التَّغَيُّراتِ الْجَوِّيَّةِ). إِذْ فِيهَا تَحْدُثُ جَمِيعُ ظَاهِرَاتِ الطَّقْسِ الْمُتَغَيِّرَةِ، مِنْ حَرَارَةٍ وَرُطُوبَةٍ وَضَغْطٍ، الَّتِي تُؤَثِّرُ فِي سَطْحِ الأَرْضِ وَمَا عَلَيْهِ مِنْ إِنْسَانٍ وَحَيَوانٍ وَنَبَاتٍ. وَلاَ يَزِيدُ ارْتِفَاعُهَا فِي الْمِنْطَقَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ عَلَى (8) كِيلُومِتْرَاتٍ، بَيْنَمَا يَصِلُ ارْتِفَاعُها إِلَى (16) كِيلُومِتْراً فَوْقَ الْمِنْطَقَةِ الاسْتِوَائِيَّةِ. وَتَهْبِطُ الْحَرَارَةُ فِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ مَعَ ازْدِيَادِ الارْتِفَاعِ فِيهَا، حَتَّى تَبْلُغَ فِي أَعْلاَهَا (60-) دَرَجَةً مِئَوِيَّةً.

وَأَهَمُّ الْغَازَاتِ الْمُرَكِّبَةِ لِهَذِهِ الطَّبَقَةِ (الأوكسجين) وَنِسْبَتُهُ فِيهَا (20.95 %) ثُمَّ (الآزُوت) - أَيْ (النِّيتروجين) - وَنِسْبَتُهُ فِيهَا (78.07 %)، وَهُمَا الْغَازَانِ الضَّرُورِيَّانِ لاسْتِمْرَارِ حَيَاةِ جَمِيعِ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ، يُضَافُ إِلَيْهِمَا غَازَاتٌ نَادِرَةٌ تَقِلُّ نِسْبَتُهَا مُجْتَمِعَةً عَنْ (1 %) وَتَتَأَلَّفُ مِن الأرغون وَالْكريبتون وَالْكزينون وَالْهِليوم. وَتَخْتَلِطُ بِهَوَاءِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ الْعَنَاصِرُ التَّالِيَةُ: بُخَارُ الْمَاءِ، الْغُبَارُ، غَازُ الْفَحْمِ، وَنِسْبَةٌ ضَئِيلَةٌ مِنَ الأوزون.

• طَبَقَةُ(التروبوبوز)أَوْ(حَدُّ التروبوبوز)Tropopose:



وَاسْمُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ مُؤَلَّفٌ مِنْ مَقْطَعَيْنِ هُمَا (تْروبو) وَيَعْنِي (التَّغَيُّرَات) وَ(بوز) وَيَعْنِي (التَّوَقُّف) - أَيْ (الطَّبَقَةُ الَّتِي تَتَوَقَّفُ فِيهَا التَّغَيُّرَاتُ الْجَوِّيَّةُ). لِذَا تَكُونُ هَذِهِ الطَّبَقَةُ الْغَازِيَّةُ هَادِئَةً وَرَقِيقَةً، إِذْ لاَ يَزِيدُ سُمْكُهَا عَلَى (11)كم، حَيْثُ تَمْتَدُّ بَيْنَ ارْتِفَاع (16 - 27)كم فَوْقَ طَبَقَةِ (التروبوسْفير). وَتَهْبِطُ الْحَرَارَةُ فِي أَعْلَى هَذِهِ الطَّبَقَةِ حَتَّى (65-)ْ دَرَجَةً مِئَوِيَّةً.

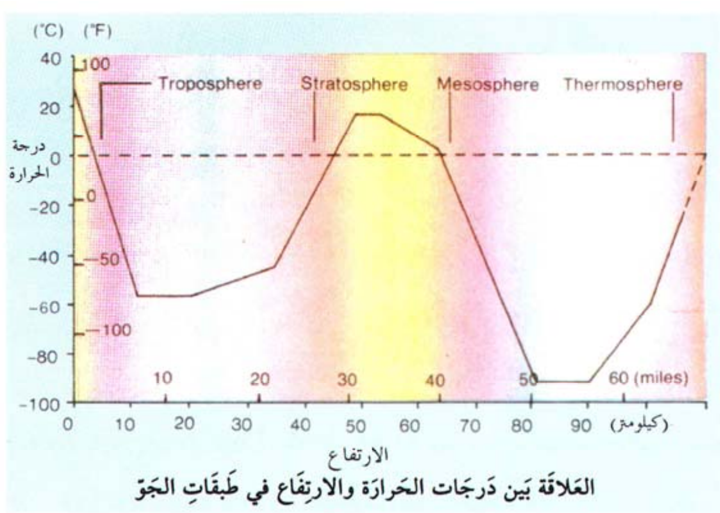
- طَبَقَةُ (الستراتوسْفير)Stratospher : أَيْ (الطَّبَقَةُ الْغَازِيَّةُ الْمُتَطَبِّقَةُ). وَتَضُمُّ طَبَقَتَيْنِ فَرْعِيَّتَيْنِ :

- طَبَقَةُ(السِّلفيتوسْفير)Sulphetospher : أَيْ(الطَّبَقَةُ الْغَازِيَّةُ الْكِبْرِيتِيَّةُ). وَقَدْ دُعِيَتْ بِذَلِكَ لاِحْتِوَائِهَا عَلَى جُزَيْئَاتٍ مِنَ الْكِبْرِيتِ. وَتُغَلِّفُ هَذِهِ الطَّبَقَةُ طَبَقَةَ (التْرُوبُوبُوزْ) الْقَائِمَةَ تَحْتَهَا.

وَيَبْلُغُ سُمْكُ طَبَقَةِ (السِّلفيتوسْفير) نَحْوَ (13)كم، إِذْ تَمْتَدُّ مِنِ ارْتِفَاعِ (27)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (40)كم، وَفِيهَا تَأْخُذُ الْحَرَارَةُ بِالاِرْتِفَاعِ قَلِيلاً حَتَّى تَبْلُغَ فِي أَعْلاَهَا (24-)ْ دَرَجَةً مِئَوِيَّةً.

- الأوزونوسْفير Ozonospher : أَيْ (الطَّبَقَةُ الْغَازِيَّةُ الأُوزُونِيَّةُ). وَقَدْ دُعِيَتْ بِذَلِكَ لأَنَّهَا تَتَأَلَّفُ مِنْ غَازِ (الأُوزُونِ) الَّذِي يَتَرَكَّبُ مِنِ اتِّحَادِ (3) ذَرَّاتٍ مِنَ (الأوكسجين) وَيَتَّصِفُ بِقُدْرَتِهِ عَلَى امْتِصَاصِ الأَشِعَّةِ فَوْقَ الْبَنَفْسَجِيَّةِ، وَهِيَ أَشِعَّةٌ مُحْرِقَةٌ تُطْلِقُهَا الشَّمْسُ، وَتَتَّصِفُ بِقُدْرَتِهَا عَلَى تَدْمِيرِ الْخَلاَيَا الْحَيَّةِ الَّتِي تَتَعَرَّضُ لَهَا عِنْدَ تَدَفُّقِ تِلْكَ الأَشِعَّةِ بِكَمِيَّةٍ كَبِيرَةٍ. وَفِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ يَتِمُّ احْتِرَاقُ الشُّهُبِ وَالطَّبَقَةِ الْخَارِجِيَّةِ لِلنَّيَازِكِ قَبْلَ بُلُوغِهَا سَطْحَ الأَرْضِ. وَيَبْلُغُ سُمْكُ طَبَقَةِ الأوزونوسْفير (16)كم، إِذْ تَبْدَأُ مِنِ ارْتِفَاعِ (40)كم عَنْ سَطْحِ الأَرْضِ وَتَنْتَهِي عِنْدَ ارْتِفَاعِ (56)كم. وَفِي أَوَاسِطِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ، تَرْتَفِعُ الْحَرَارَةُ حَتَّى تَبْلُغَ (9+)ْ دَرَجَاتٍ مِئَوِيَّةٍ وَلَكِنَّهَا لاَ تَلْبَثُ أَنْ تَعُودَ فَتَهْبِطَ فِي أَعْلاَهَا لِتَبْلُغَ (2-)ْ دَرَجَتَيْنِ مِئَوِيَّتَيْنِ.

- طَبَقَةُ (الْمِيزُوسْفيرْ) Mesospher : أَيْ (الطَّبَقَةُ الْغَازِيَّةُ الْوُسْطَى) أَوِ (الْكُرَةُ الْغَازِيَّةُ الْوُسْطَى)، وَيَبْلُغُ سُمْكُهَا



العَلاَقَة بَين دَرَجات الحَرارَة والارتفَاع في طَبَقاتِ الجَوّ

(30)كم، إِذْ تَبْدَأُ مِنِ ارْتِفَاعِ (60)كم عَنْ سَطْحِ الأَرْضِ وَتَمْتَدُّ حَتَّى ارْتِفَاعِ (90)كم. وَفِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ، تَأْخُذُ الْحَرَارَةُ بِالاِنْخِفَاضِ بَدْءاً مِنَ الْقَاعِدَةِ حَيْثُ لاَ تَزِيدُ هُنَاكَ عَلَى (2-)ْ دَرَجَتَيْنِ مِئَوِيَّتَيْنِ تَحْتَ الصِّفْرِ، بَيْنَمَا تَهْبِطُ عِنْدَ أَعْلَى هَذِهِ الطَّبَقَةِ حَتَّى (108-)ْ دَرَجَاتٍ مِئَوِيَّةٍ تَحْتَ الصِّفْرِ. وَفِيهَا يَبْدَأُ احْتِرَاقُ الشُّهُبِ وَالْقِشْرَةِ الْخَارِجِيَّةِ لِلنَّيَازِكِ الَّتِي تَنْقَضُّ بِاتِّجَاهِ الأَرْضِ، وَلْيَكْتَمِلَ فِي طَبَقَةِ (الأُوزُونِ) الْقَائِمَةِ تَحْتَهَا.

- طَبَقَةُ (الأيونوسْفير) Ionospher : أَيْ (الطَّبَقَةُ الْمُتَأَيِّنَةُ) أَوْ (الْكُرَةُ الْغَازِيَّةُ الْمُتَأَيِّنَةُ). وَقَدْ دُعِيَتْ بِذَلِكَ لأَنَّ دَقَائِقَ الأَشِعَّةِ الشَّمْسِيَّةِ الْكَوْنِيَّةِ تُفَتِّتُ جُزَيْئَاتِ الْغَازِ فِيهَا عِنْدَ نُفُوذِهَا إِلَيْهَا، فَتَجْعَلُهَا مُتَأَيِّنَةً. وَفِقْدَانُ ذَرَّاتِ غَازِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ لِجُزْءٍ مِنَ الْكِتْرُونَاتِهَا يُؤَدِّي إِلَى نُشُوءِ كَهْرَبَائِيَّةٍ قَوِيَّةٍ فِيهَا، تُسَبِّبُ ارْتِفَاعَ حَرَارَتِهَا لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، إِذْ تَصِلُ فِي طَبَقَاتِهَا الدُّنْيَا إِلَى (343+)ْ دَرَجَةً مِئَوِيَّةً، ثُمَّ يَزْدَادُ ارْتِفَاعُ الْحَرَارَةِ فِي الْقِسْمِ الأَوْسَطِ مِنْهَا حَتَّى تَبْلُغَ (1000+)ْ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ. وَمَعَ تَزَايُدِ الاِرْتِفَاعِ فِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ، نَجِدُ أَنَّ الْحَرَارَةَ تَأْخُذُ بِالتَّنَاقُصِ، إِذْ لاَ تَزِيدُ عَلَى (25 .1)ْ دَرَجَةٍ مِئَوِيَّةٍ فِي أَعْلاَهَا.

وَتَلْعَبُ هَذِهِ الطَّبَقَةُ دَوْراً كَبِيراً فِي حِمَايَةِ حَيَاةِ الإِنْسَانِ وَالْحَيَوَانِ وَالنَّبَاتِ، لأَنَّهَا تَقُومُ بِاحْتِجَازِ الإِشْعَاعَاتِ الضَّارَّةِ الَّتِي تَقْذِفُ بِهَا الشَّمْسُ بِاتِّجَاهِ الأَرْضِ. كَمَا تَقُومُ هَذِهِ الطَّبَقَةُ

بِعَكْسِ مَوْجَاتِ الْبَثِّ الإِذَاعِيِّ، بَيْنَمَا تَنْفُذُ مِنْهَا مَوْجَاتُ الْبَثِّ التِّلْفَازِيِّ الْقَصِيرَةُ جِدّاً.

يَبْلُغُ سُمْكُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ مَا بَيْنَ (685 - 910)كم، إِذْ تَبْدَأُ عِنْدَ ارْتِفَاعِ (90)كم لِتَنْتَهِيَ عِنْدَ ارْتِفَاعٍ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (775 - 1000)كم.

وَعِنْدَ أَعْلَى هَذِهِ الطَّبَقَةِ يَنْتَهِي الْغِلاَفُ الْغَازِيُّ الدَّاخِلِيُّ لِلْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ لِيَبْدَأَ الْغِلاَفُ الْخَارِجِيُّ لَهَا الْمُسَمَّى (إيكزوسْفير).

وَفِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ، وَالطَّبَقَةِ الْقَائِمَةِ فَوْقَهَا، تَحْدُثُ ظَاهِرَةُ (الشَّفَقِ الْقُطْبِيِّ) الَّتِي تُلاَحَظُ فِي لَيَالِي الْمِنْطَقَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ، وَالَّتِي تَتَمَثَّلُ فِي تَوَهُّجَاتٍ مُلَوَّنَةٍ تَمْلأُ السَّمَاءَ أَحْيَاناً، بَعْضُهَا يَتَّخِذُ شَكْلَ سَتَائِرَ تَتَدَلَّى مُقْتَرِبَةً مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ، وَمُلَوَّنَةٍ بِأَلْوَانٍ زَاهِيَةٍ خَلاَّبَةٍ، بَيْنَمَا يَتَّخِذُ بَعْضُهَا الآخَرُ شَكْلَ أَسْهُمٍ نَارِيَّةٍ رَائِعَةٍ.



ظَاهِرَةُ (الشَّفَقِ الْقُطْبِيِّ) في آلاسْكَا.

•الْغِلاَفُ الْخَارِجِيُّ (الإِيكْزوسْفير)Exosphere : يَمْتَدُّ مِنْ عُلُوِّ (775 - 1000)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (65000)كم، وَيَضُمُّ طَبَقَتَيْنِ فَرْعِيَّتَيْنِ:

أ- الطَّبَقَةُ الْمَشْحُونَةُ بِالطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ: وَتَمْتَدُّ مِن ارْتِفَاعِ (775 - 1000)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (9600)كم، وَتُسَاهِمُ، كَمَا رَأَيْنَا، فِي تَشْكِيلِ ظَاهِرَةِ (الشَّفَقِ الْقُطْبِيِّ) مَعَ الطَّبَقَةِ الْجَوِّيَّةِ الْقَائِمَةِ تَحْتَهَا.

ب-الْحِزَامُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ: وَهُوَ يَمْتَدُّ مِن ارْتِفَاعِ



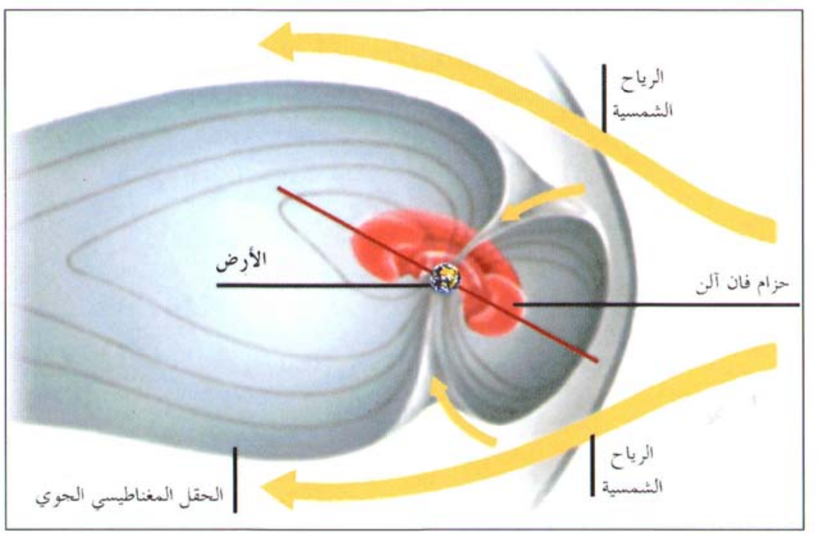
(9600)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (65000)كم.

يُدْعَى هَذَا الْحِزَامُ أَيْضاً بِاسْمِ (حِزَامَيْ فَان آلِن) تَكْرِيماً لِهَذَا الْعَالِمِ الَّذِي اكْتَشَفَ هَذَا الْحِزَامَ، وَاكْتَشَفَ أَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ حِزَامَيْنِ لاَ مِنْ حِزَامٍ وَاحِدٍ:

• الأَوَّلُ يَمْتَدُّ مِن ارْتِفَاعِ (9600)كم حَتَّى ارْتِفَاعِ (13000)كم.

• وَالثَّانِي يَمْتَدُّ مِن ارْتِفَاعِ (13000)كم وَحَتَّى (65000)كم.

وعِنْدَمَا تَعْصِفُ الرِّيَاحُ الشَّمْسِيَّةُ بِهَذَيْنِ الْحِزَامَيْنِ، فَإِنَّهُمَا يَنْدَفِعَانِ أَمَامَهَا عَلَى شَكْلِ لِسَانٍ مُمْتَدٍّ فِي الْفَضَاءِ إِلَى مَسَافَةِ (6.5) مَلايِينَ كِيلُومِتْرٍ.



طَبِيعَةُ الْغَازَاتِ فِي الْغِلاَفِ الْغَازِيِّ الأَرْضِيِّ

تَتَغَيَّرُ طَبِيعَةُ الْغَازَاتِ فِي جَوِّ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ مَعَ ازْدِيَادِ

الارْتِفَاعِ عَنْ سَطْحِ الأَرْضِ، إِذْ تَأْخُذُ الْغَازَاتُ الثَّقِيلَةُ بِالاضْمِحْلاَلِ مَعَ تَزَايُدِ الارْتِفَاعِ لِتَحُلَّ مَحَلَّهَا غَازَاتٌ خَفِيفَةٌ.

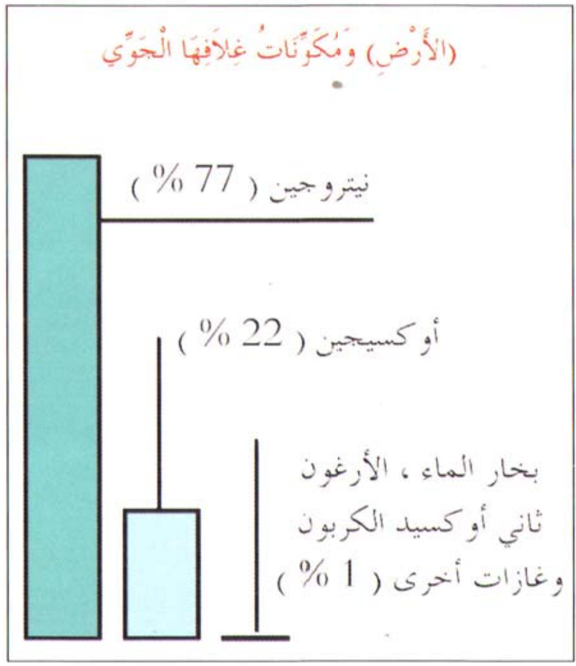
فَبَدْءاً مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (110)كم، تَسُودُ جُزَيْئَاتُ (الآزُوت) - أَيْ (النِّتْرُوجِينْ) - وَجُزَيْئَاتُ (الأوكسجين).

وَمِن ارْتِفَاعِ (110)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (960)كم، تَسُودُ جُزَيْئَاتُ (الأوكسجين).

وَبَيْنَ ارْتِفَاعِ (960)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (2400)كم، تَسُودُ ذَرَّاتُ (الْهِليوم).

وَبَيْنَ ارْتِفَاعِ (2400)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (9600)كم، تَسُودُ جُزَيْئَاتُ (الْهيدروجين).

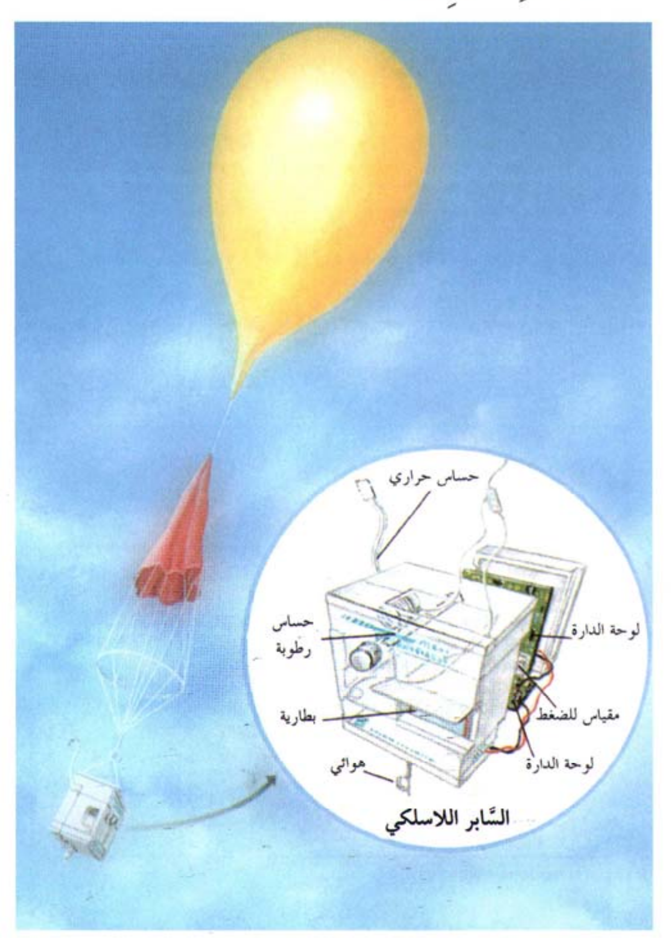
وَبَيْنَ ارْتِفَاعِ (9600)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (65000)كم، تَسُودُ غَازَاتٌ شَدِيدَةُ التَّخَلْخُلِ وَالْخِفَّةِ، وَيَتَّصِلُ أَعْلَى هَذِهِ الطَّبَقَةِ مَعَ الْفَضَاءِ الْمُسَمَّى (فَضَاءُ مَا بَيْنَ الْكَوَاكِبِ)Interplanetary إِذْ تَسُودُ غَازَاتٌ شَدِيدَةُ التَّخَلْخُلِ لِدَرَجَةٍ تَقْرُبُ مِنَ الْفَرَاغِ.



مُقَاوَمَةُ الأَجْسَامِ الْحَيَّةِ لِلضَّغْطِ الْجَوِّيِّ

لَقَدْ رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ لِلضَّغْطِ الْجَوِّيِّ ثِقْلاً يَبْلُغُ (1.34) كِيلو غراماً عَلَى كُلِّ سَنْتِيمِتْرٍ مُرَبَّعٍ وَاقِعٍ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ وَعَلَى كُلِّ مَا عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ مِنْ أَجْسَامٍ بَشَرِيَّةٍ وَحَيَوَانِيَّةٍ وَنَبَاتِيَّةٍ. فَكَيْفَ يُمْكِنُ لِمِثْلِ تِلْكَ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ تَحَمُّلُ ذَلِكَ الضَّغْطِ الْجَاثِمِ فَوْقَهَا بِاسْتِمْرَارٍ؟

لَقَدِ اكْتَشَفَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ اللهَ الَّذِي خَلَقَ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ، زَوَّدَهَا مِنْ دَاخِلِهَا بِضَغْطٍ مُعَادِلٍ لِلضَّغْطِ الْجَوِّيِّ الَّذِي تُوَاجِهُهُ، مِمَّا يَجْعَلُهَا لاَ تُحِسَّ بِأَيِّ تَأْثِيرٍ لَهُ عَلَيْهَا، مَثَلُهَا فِي ذَلِكَ مَثَلُ الأَسْمَاكِ الَّتِي تَعِيشُ فِي أَعْمَاقٍ مُحِيطِيَّةٍ لاَ تَسْتَطِيعُ أَضْخَمُ الْغَوَّاصَاتِ وَأَسْمَكُهَا وَأَقْوَاهَا مَعْدِناً تَحَمُّلَهُ، بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ تِلْكَ الأَسْمَاكَ، الْمَخْلُوقَةَ مِنْ لَحْمٍ وَدَمٍ وَعَظْمٍ، تَتَحَرَّكُ فِي تِلْكَ الأَعْمَاقِ بِرَاحَةٍ وَحُرِّيَةٍ، دُونَ أَنْ تَشْعُرَ بِذَلِكَ الضَّغْطِ الْهَائِلِ الْقَائِمِ فَوْقَهَا.



حَتَّى يَستطيعَ العُلماءُ دِراسَةَ الغِلافِ الجَويِّ لِلأرضِ، يَقومونَ بإرْسالِ سَوابِرَ لاسلكيةٍ Radioson des تقيسُ الرُّطوبةَ ودَرَجَةَ الحَرارَةِ والضَّغْطَ.

مَدَارُ الأَرْض

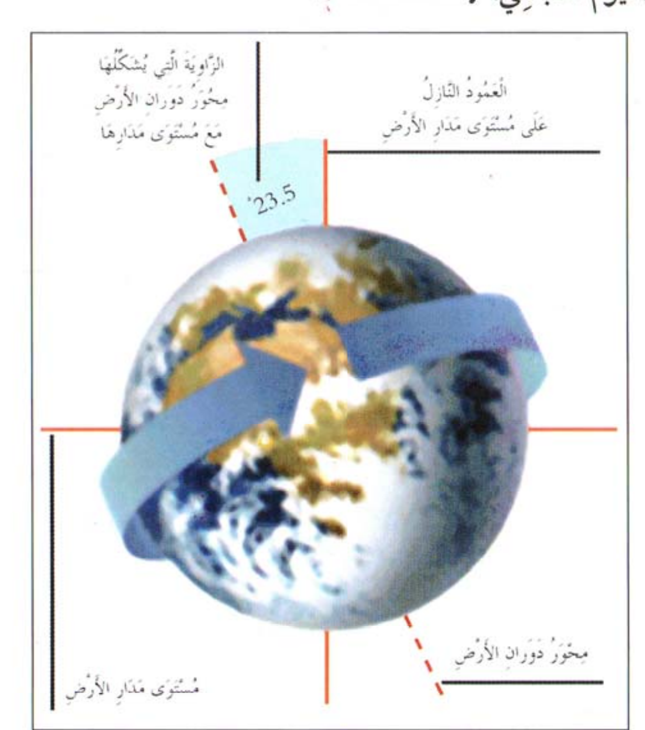
تُتِمُّ الأَرْضُ دَوْرَتَهَا الانْتِقَالِيَّةَ (السَّنَوِيَّةَ) حَوْلَ الشَّمْسِ عَلَى مَدَارٍ اهْلِيلَجِيٍّ تَحْتَلُّ الشَّمْسُ إِحْدَى بُؤْرَتَيْهِ. يَبْلُغُ طُولُهُ (940) مِلْيُونَ كم، وَطُولُ قُطْرِهِ الْكَبِيرِ يَبْلُغُ (297) مِلْيُونَ كم، بَيْنَمَا يَكُونُ طُولُ قُطْرِهِ الصَّغِيرِ أَقَلَّ مِنْ ذَلِكَ بِقَلِيلٍ. وَيُوَازِي مَدَارُ الأَرْضِ الدَّائِرَةَ الْكُسُوفِيَّةَ. أَمَّا مِحْوَرُ الأَرْضِ، فَيَصْنَعُ مَعَ الْعَمُودِ النَّازِلِ عَلَى ذَلِكَ الْمَدَارِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (5 .23) دَرَجَةً.

حَرَكَاتُ الأَرْض

تَقُومُ الأَرْضُ بِـ (11) حَرَكَةً مَعاً، وَفِي طَلِيعَتِهَا (الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ أَوِ الْيَوْمِيَّةُ)، وَ(الدَّوْرَةُ الانْتِقَالِيَّةُ أَوِ السَّنَوِيَّةُ).

- الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ (الْيَوْمِيَّةُ) :

تَدُورُ الأَرْضُ حَوْلَ مِحْوَرِهَا الْوَهْمِيِّ دَوْرَةً وَاحِدَةً تُتِمُّهَا خِلاَلَ (23) سَاعَةً وَ(54) دَقِيقَةً وَ(6) ثَوَانٍ، وَذَلِكَ أَمَامَ النَّجْمِ ذِي الْبُعْدِ السَّحِيقِ، وَيَنْتُجُ عَنْ تِلْكَ الدَّوْرَةِ مَا يُسَمَّى (الْيَوْمُ النَّجْمِيُّ)**Stellarday**.



بَيْنَمَا تَحْتَاجُ إِلَى (24) سَاعَةً كَيْ تُتِمَّ دَوْرَتَهَا أَمَامَ الشَّمْسِ الْقَرِيبَةِ نِسْبِيّاً مِنَ الأَرْضِ، وَهُوَ مَا يَنْتُجُ عَنْهُ (الْيَوْمُ الشَّمْسِيُّ)[1] **Sunday**. وَهَذِهِ الزِّيَادَةُ الَّتِي أُضِيفَتْ عَلَى الْيَوْمِ الشَّمْسِيِّ، بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ الْيَوْمِ النَّجْمِيِّ، وَقَدْرُهَا (5) دَقَائِقَ وَ(54) ثَانِيَةً، نَاتِجَةٌ عَنْ تَحَرُّكِ الأَرْضِ عَلَى مَدَارِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ دَرَجَةٍ وَاحِدَةٍ تَقْرِيباً مِنْ دَرَجَاتِ ذَلِكَ الْمَدَارِ، مِمَّا يَجْعَلُ النُّقْطَةَ الَّتِي وَاجَهَتِ الشَّمْسَ أَوَّلَ مَرَّةٍ لاَ تَعُودُ لِمُوَاجَهَتِهَا ثَانِيَةً إِلاَّ بَعْدَ (24) سَاعَةً. وَلاَ نُحِسُّ بِهَذِهِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ لأَنَّنَا وَكُلُّ مَا عَلَى الأَرْضِ وَمَا يُحِيطُ بِهَا مِنْ غِلاَفٍ غَازِيٍّ، يَدُورُ مَعَهَا.

وَخَيْرُ مِثَالٍ عَلَى عَدَمِ الإِحْسَاسِ ذَاكَ بِتِلْكَ الْحَرَكَةِ، مَا يَحْدُثُ لِرَاكِبِ الطَّائِرَةِ مِنْ شُعُورٍ بِأَنَّهَا لاَ تَتَحَرَّكُ فِي الْجَوِّ بِرَغْمِ سُرْعَتِهَا الْكَبِيرَةِ الَّتِي تَنْدَفِعُ فِيهَا. وَتَتَفَاوَتُ سُرْعَةُ دَوَرَانِ الْمَنَاطِقِ الْمُتَعَدِّدَةِ الْقَائِمَةِ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ حَسَبَ قُرْبِهَا أَوْ بُعْدِهَا عَنْ خَطِّ الاسْتِوَاءِ. إِذْ أَنَّ أَبْطَأَ مَنَاطِقِ سَطْحِ الأَرْضِ دَوَرَاناً، نُقْطَتَا الْقُطْبَيْنِ، إِذْ تَكَادُ تَكُونُ سُرْعَتُهُمَا صِفْراً. وَأَسْرَعَ مَنَاطِقِ الأَرْضِ دَوَرَاناً، الْمِنْطَقَةُ الاسْتِوَائِيَّةُ، إِذْ تَصِلُ السُّرْعَةُ فَوْقَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ إِلَى (465) مِتْراً فِي الثَّانِيَةِ.

نَتَائِجُ الْحَرَكَةِ أَوِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ

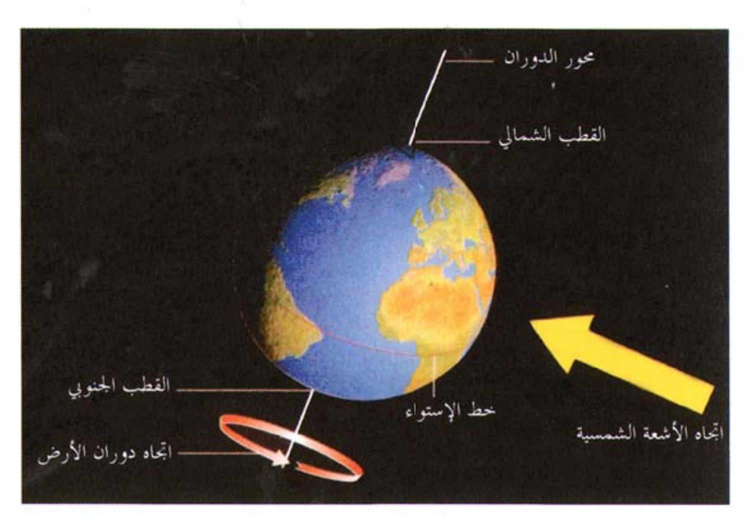
مِنْ أَهَمِّ نَتَائِجِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ لِلأَرْضِ، نَتِيجَتَانِ هُمَا :

- حُدُوثُ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ :

ذَلِكَ أَنَّ نِصْفَ سَطْحِ الأَرْضِ الْمَحْجُوبَ عَنِ الشَّمْسِ يَكُونُ الْوَقْتُ فِيهِ لَيْلاً، إِذْ يَخْلُدُ فِيهِ الإِنْسَانُ إِلَى الرَّاحَةِ وَالنَّوْمِ، أَمَّا النِّصْفُ الآخَرُ مِنْ ذَلِكَ السَّطْحِ، وَالَّذِي يَغْمُرُهُ نُورُ الشَّمْسِ. فَيَكُونُ الْوَقْتُ فِيهِ نَهَاراً، إِذْ يَنْشَطُ الإِنْسَانُ خِلاَلَهُ لِلْعَمَلِ.

---

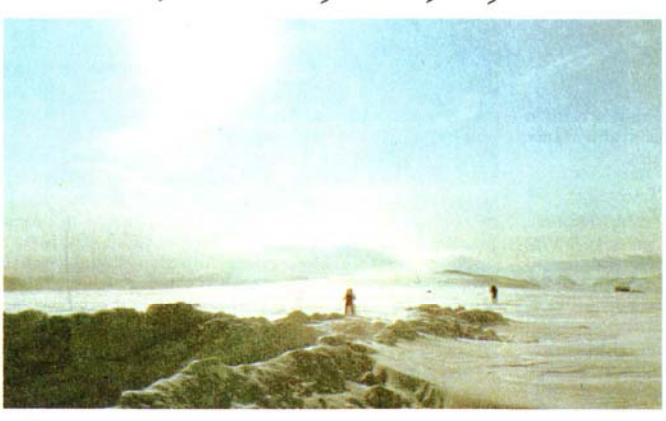
(1) مُتَوَسِّطُ الْبُعْدِ بَيْنَ الأَرْضِ وَالشَّمْسِ يُقَدَّرُ بِـ (6 .149) مِلْيُون كِيلُومِتْر، يَقْطَعُهُ نُورُ الشَّمْسِ خِلاَلَ (8) دَقَائِقَ، أَمَّا أَقْرَبُ نَجْمٍ إِلَى الأَرْضِ – وَهُوَ (الأَقْرَبُ الْقَنْطُورِيُّ) – فَيَبْعُدُ عَنْهَا مَسَافَةَ (27 .4) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ.



حُدُوثُ اللَّيْلِ وَالنَّهارِ في الأَرْضِ

• اِنْحِرَافُ الأَجْسَامِ الْمُتَحَرِّكَةِ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ :

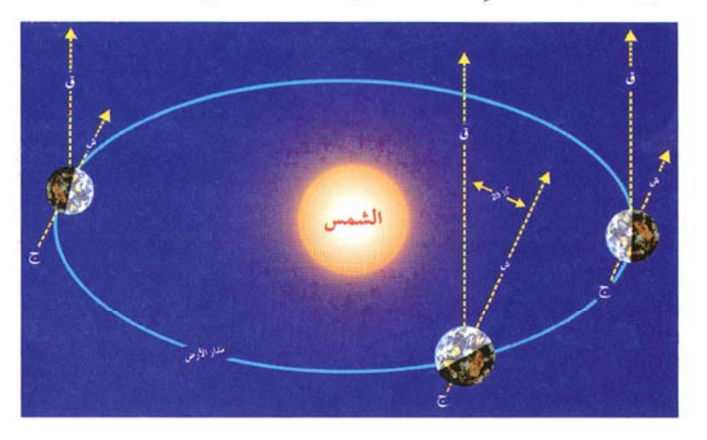
يُلاَحَظُ أَنَّ كُلَّ مُتَحَرِّكٍ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ يَتَّجِهُ مِنَ الْقُطْبَيْنِ نَحْوَ خَطِّ الاِسْتِوَاءِ، أَوْ بِالْعَكْسِ، وَسَوَاءٌ أَكَانَ اتِّجَاهُ سَيْرِهِ مُتَعَامِداً مَعَ دَرَجَاتِ الْعَرْضِ أَوْ مُشَكِّلاً زَوَايَا حَادَّةً مَعَهَا مِنْ جِهَةٍ، وَمُنْفَرِجَةً مِنَ الْجِهَةِ الأُخْرَى، فَإِنَّهُ يَنْحَرِفُ نَحْوَ يَمِينِهِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ وَنَحْوَ يَسَارِهِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ. وَلَمَّا كَانَ الْعَالِمُ (فِيرِّيل) هُوَ الَّذِي اكْتَشَفَ هَذَا الْقَانُونَ، فَقَدْ دُعِيَ ذَلِكَ الاِنْحِرَافُ بِاسْمِ (قَانُونِ فِيرِّيل). بَيْنَمَا يَرُدُّ بَعْضُهُمْ اكْتِشَافَ ذَلِكَ الاِنْحِرَافِ إِلَى الْعَالِمِ (بَائِر) لِذَا يُدْعَى أَحْيَاناً بِاسْمِ (قَانُونِ بَائِر). أَمَّا الْمُتَحَرِّكُ بِشَكْلٍ مُوَازٍ لِدَرَجَاتِ الْعَرْضِ، فَإِنَّهُ لاَ يَنْحَرِفُ خِلاَلَ مَسَارِهِ أَبَداً.



تعْتَبَرُ شَمسُ مُنتصفِ اللّيلِ مِنْ نَتائجِ مَيلِ محْوَرِ الأرْضِ، فَفي شَمالِ الكُرةِ الأرْضيّةِ، تَبقى الشّمسُ في بَعضِ البِلادِ مُشرقَةً لِمدَّة سِتَّة أَشْهُرٍ دونَ أنْ تَغيبَ (هذه الصورة في شمال النرويج).

• الدَّوْرَةُ الاِنْتِقَالِيَّةُ (السَّنَوِيَّةُ) :

تَدُورُ الأَرْضُ حَوْلَ الشَّمْسِ بِسُرْعَةٍ مُتَوَسِّطَةٍ قَدْرَهَا (29.76) كِيلُومِتْراً فِي الثَّانِيَةِ، وَتُتِمُّ دَوْرَتَهَا تِلْكَ فِي سَنَةٍ - أَيْ خِلاَلَ مُدَّةِ (¼ 365) يَوْماً - وَبِدِقَّةٍ أَكْبَرَ خِلاَلَ (365) يَوْماً وَ(5) سَاعَاتٍ وَ(48) دَقِيقَةً وَ(46) ثَانِيَةً.



وَيَنْتُجُ عَنْ هَذِهِ الدَّوْرَةِ تَشَكُّلُ الْفُصُولِ الأَرْبَعَةِ نَظَراً لاِلْتِزَامِ الأَرْضِ خِلاَلَهَا الأَوْضَاعَ الثَّلاَثَةَ التَّالِيَةَ :

1. دَوَرَانُهَا عَلَى مَدَارٍ اهْلِيلَجِيٍّ تَحْتَلُّ الشَّمْسُ إِحْدَى بُؤْرَتَيْهِ.

2. تَشْكِيلُ مِحْوَرِهَا الْوَهْمِيِّ مَعَ الْعَمُودِ النَّازِلِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهَا زَاوِيَةً قَدْرُهَا (23.5°) دَرَجَةً، أَيْ أَنَّ مِحْوَرَهَا يَصْنَعُ مِنْ مُسْتَوَى مَدَارِهَا زَاوِيَةً قَدْرُهَا (66.5°) دَرَجَةً طُوالَ دَوْرَتِهَا الاِنْتِقَالِيَّةِ.

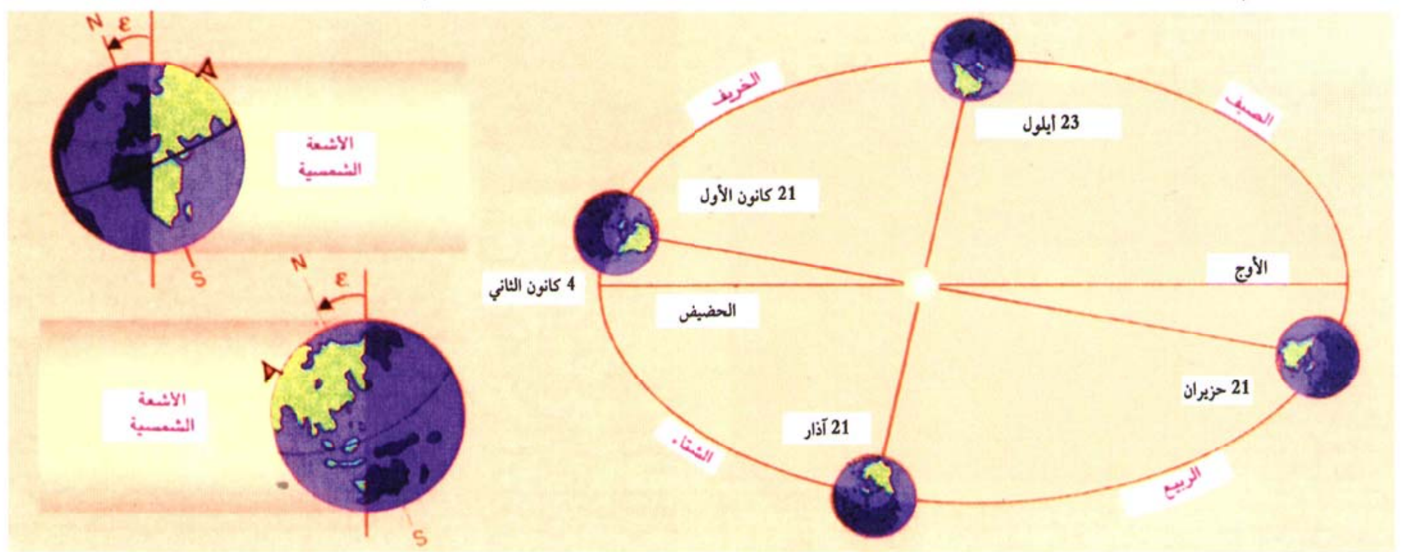
3. بَقَاءُ مِحْوَرِهَا مُتَّجِهاً نَحْوَ نَجْمِ الْقُطْبِ طُوالَ دَوْرَتِهَا تِلْكَ.

تَشَكُّلُ الْفُصُولِ الأَرْبَعَةِ

فَصْلُ الصَّيْفِ : فِي يَوْمِ (21) حُزَيْرَانَ، يَكُونُ الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلأَرْضِ قَدْ بَلَغَ أَقْصَى مَيْلٍ لَهُ بِاتِّجَاهِ الشَّمْسِ، مِمَّا يَجْعَلُ أَشِعَّتَهَا تَسْقُطُ عَمُودِيَّةً عَلَى (مَدَارِ السَّرَطَانِ) الْوَاقِعِ عَلَى خَطِّ الْعَرْضِ (23.5°) شَمَالَ خَطِّ الاِسْتِوَاءِ، فَتَرْتَفِعُ

الْحَرَارَةُ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، ويَكُونُ ذَلِكَ الْيَوْمُ هُوَ أَوَّلُ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ فَصْلِ الصَّيْفِ الَّذِي يَدُومُ مُدَّةَ (93) يَوْماً وَ(16) سَاعَةً وَ(48) دَقِيقَةً، فِي الْوَقْتِ الَّذِي يَكُونُ فِيهِ ذَلِكَ الْيَوْمُ أَوَّلَ أَيَّامَ فَصْلِ الشِّتَاءِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَمُودِيَّةً عَلَى (مَدَارِ الْجَدْيِ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (23.5) دَرَجَةً جَنُوبَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، بَيْنَمَا تَسْقُطُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ مَائِلَةً عَلَى نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، مِمَّا يَجْعَلُهَا ضَعِيفَةَ الْحَرَارَةِ، وَيَوْمَهَا يَكُونُ بِدَايَةَ فَصْلِ الشِّتَاءِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، الَّذِي



يَتَوقَّفُ تَغير الفُصولُ عَلى المَيلِ الأعظم لِلأرضِ، وعَلى مُباكَرةِ الاعْتِدالَين، فَفي الصَّيفِ تَكونُ كَمية الحَرارَة الشَّمْسية التي يَستقبِلها النِّصفُ الشَّمالي مِنَ الكُرةِ الأرْضيَة أكْبَر مِنْ تِلْكَ التي يَسْتقبِلها نِصفُها الجَنوبي، وحَسب زاوية المُبادَرة، فَقَد تَكونُ الأرضُ في أقْربِ نُقطةٍ مِنَ الشَّمسِ (الحضيض) خِلالَ صَيفِ نِصفُها الشَّمالي، أو خِلالَ شِتائِه، كَما هُو سَائرٌ حَالياً. ونَتيجَةً لِذلك يحْدث زِيادَةً أو نُقْصان في التبايُناتِ المَوسميَّةِ.

يَدُومُ (89) يَوْماً وسَاعَةً وَاحِدَةً، بَيْنَمَا يَكُونُ ذَلِكَ الْيَوْمُ بِدَايَةً لِفَصْلِ الصَّيْفِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

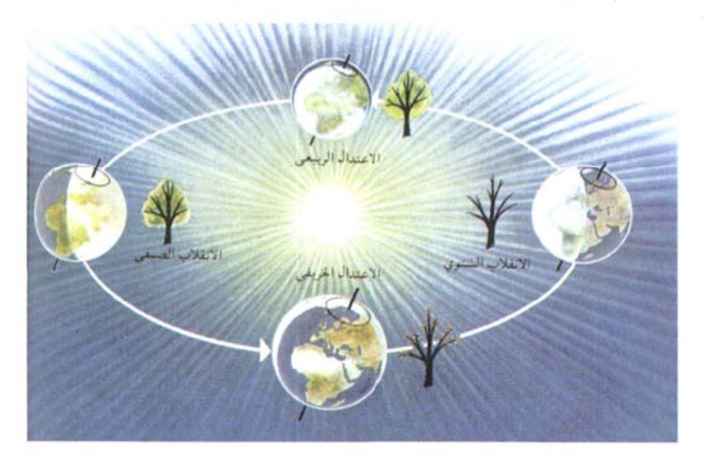


الْفُصُول الأَرْبَعَة

فَصْلُ الْخَرِيفِ: وَفِي يَوْمِ (23) أَيْلُولَ، يَكُونُ الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلأَرْضِ غَيْرَ مَائِلٍ عَنِ الشَّمْسِ أَوْ نَحْوَهَا، إِذْ يَكُونُ هُوَ وَالْقُطْبُ الْجَنُوبِيُّ عَلَى مَسَافَةٍ وَاحِدَةٍ مِنْهَا، وَتَسْقُطُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَمُودِيَّةً عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ، فَتَعْتَدِلُ الْحَرارَةُ فِي نِصْفَيْ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ، وَيَكُونُ ذَلِكَ الْيَوْمُ بِدَايَةَ فَصْلِ الْخَرِيفِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَالَّذِي يَدُومُ مُدَّةَ (89) يَوْماً وَ(14) سَاعَةً وَ(36) دَقِيقَةً، كَمَا يَكُونُ بِدَايَةَ فَصْلِ الرَّبِيعِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

فَصْلُ الشِّتَاءِ: وَفِي يَوْمِ (21) كَانُونَ الأَوَّلِ، يَكُونُ الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلأَرْضِ قَدْ بَلَغَ أَقْصَى مَيْلٍ لَهُ عَنِ الشَّمْسِ، فَتَسْقُطُ

فَصْلُ الرَّبِيعِ : وَفِي يَوْم (21) آذَارَ يَكُونُ الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلأَرْضِ غَيْرَ مَائِلٍ نَحْوَ الشَّمْسِ أَوْ عَنْهَا، وَيَكُونُ الْقُطْبَانِ يَوْمَهَا عَلَى بُعْدٍ وَاحِدٍ مِنَ الشَّمْسِ، فَتَسْقُطُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَمُودِيَّةً عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ، فَتَعْتَدِلُ الْحَرَارَةُ فِي نِصْفَيْ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ، وَيَكُونُ ذَلِكَ الْيَوْمُ بِدَايَةَ فَصْلِ الرَّبِيعِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَبِدَايَةَ فَصْلِ الْخَرِيفِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ، وَيَدُومُ كُلٌّ مِنْهُمَا (92) يَوْماً وَ(21) سَاعَةً وَ(36) دَقِيقَةً.



الأَرْضُ فِي الأَوْجِ

بَعْدَ مُرُورِ (12) يَوْماً عَلَى بِدَايَةِ فَصْلِ الصَّيْفِ - أَيْ فِي يَوْم (3) تَمُّوزَ - تَكُونُ الأَرْضُ قَدْ بَلَغَتْ أَقْصَى بُعْدٍ لَهَا عَنِ الشَّمْسِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ، إِذْ تَكُونُ قَدْ أَصْبَحَتْ عَلَى بُعْدِ (996 . 151) مِلْيُونَ كِيلُومِتْرٍ عَنِ الشَّمْسِ. فَيُقَالُ يَوْمَهَا بِأَنَّ الأَرْضَ فِي (الأَوْجِ).

الأَرْضُ فِي الْحَضِيضِ

بَعْدَ مُرُورِ (12) يَوْماً عَلَى بَدْءِ فَصْلِ الشِّتَاءِ - أَيْ فِي يَوْم (2) كَانُونَ الثَّانِي - تَكُونُ الأَرْضُ قَدْ بَلَغَتْ أَقْرَبَ نُقْطَةٍ إِلَى الشَّمْسِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ، إِذْ لاَ تَزِيدُ الْمَسَافَةُ يَوْمَهَا بَيْنَهُمَا عَلَى (993 . 146)كم، فَيُقَالُ يَوْمَهَا إِنَّ الأَرْضَ فِي (الْحَضِيضِ).

تَرَاكُزُ الأَرْضِ

أَيْ نِسْبَةُ تَقْسِيمِ الْمَسَافَةِ بَيْنَ الْبُؤْرَتَيْنِ عَلَى طُولِ الْقُطْرِ الْكَبِيرِ لِمَدَارِ الأَرْضِ الإهْلِيلَجِيِّ : إِنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَ بُؤْرَتَيْ مَدَارِ الأَرْضِ تُقَدَّرُ بِـ (5) مَلايينَ كِيلُومِتْرٍ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُ نِسْبَةَ تَرَاكُزِ الأَرْضِ فِي حُدُودِ (0.017).

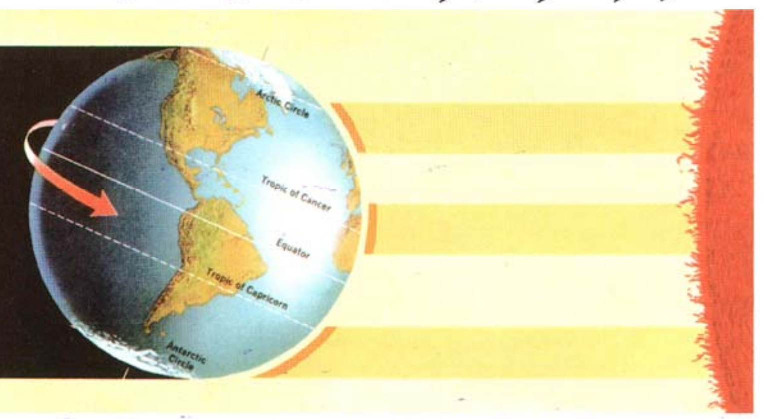
عَوَامِلُ ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ صَيْفاً وَانْخِفَاضِهَا شِتَاءً

تَكُونُ الأَرْضُ فِي فَصْلِ شِتَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ أَقْرَبَ إِلَى الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (5) مَلايِينِ كِيلُومِتْرٍ عَمَّا تَكُونُ عَلَيْهِ الْمَسَافَةُ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ فِي فَصْلِ الصَّيْفِ. فَكَيْفَ نُفَسِّرُ ارْتِفَاعَ حَرَارَةِ الصَّيْفِ، وَشِدَّةَ بُرُودَةِ الشِّتَاءِ؟

إِنَّ السِّرَّ فِي ذَلِكَ يَكْمُنُ فِي الدَّرَجَةِ الأُولَى فِي الْوَضْعِ الَّذِي تَسْقُطُ فِيهِ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ. فَفِي صَيْفِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ تَسْقُطُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَمُودِيَّةً عَلَى بَعْضِ مَنَاطِقِ هَذَا النِّصْفِ، أَوْ قَرِيبَةً مِنَ الْعَمُودِيَّةِ عَلَى بَعْضِ مَنَاطِقِهِ الأُخْرَى؛ وَعَلَى ذَلِكَ، فَإِنَّ الْحُزْمَةَ الْحَرَارِيَّةَ الصَّادِرَةَ عَنِ الشَّمْسِ :

- تَسْقُطُ عَلَى رُقْعَةٍ مُحَدَّدَةٍ وَصَغِيرَةٍ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ.
- ثُمَّ تَجْتَازُ - بِسَبَبِ وَضْعِهَا الْعَمُودِيِّ أَوِ الْقَرِيبِ مِنْ ذَلِكَ - طَبَقَةً غَازِيَّةً غَيْرَ سَمِيكَةٍ مِنَ الْغِلافِ الْغَازِيِّ الْمُحِيطِ بِالأَرْضِ.

وَبِسَبَبِ هَذَيْنِ الْعَامِلَيْنِ تَكُونُ الْحَرَارَةُ الَّتِي تُسَبِّبُهَا تِلْكَ



الْوَضْعِ الَّذِي تَسْقُطُ فِيهِ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ.

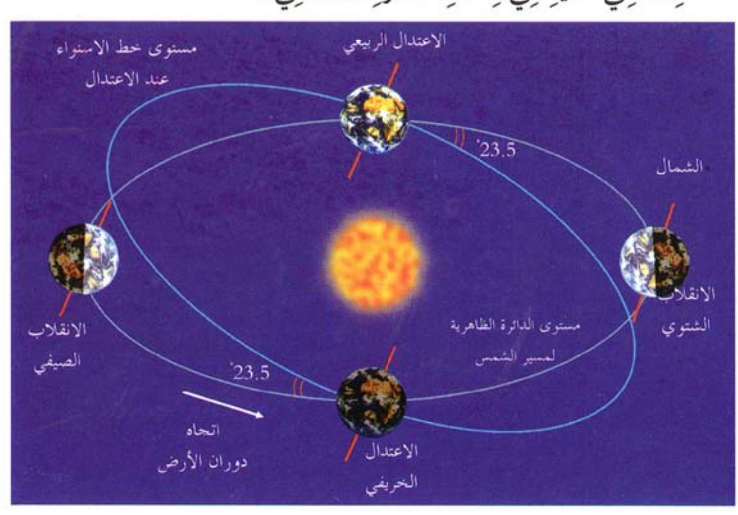
الْحُزْمَةُ الْحَرَارِيَّةُ مُرْتَفِعَةً بِرَغْمِ بُعْدِ الأَرْضِ عَنِ الشَّمْسِ.

أَمَّا فِي فَصْلِ شِتَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، فَإِنَّ نَفْسَ الْحُزْمَةِ الْحَرَارِيَّةِ الصَّادِرَةِ عَنِ الشَّمْسِ:

- تَسْقُطُ - بِسَبَبِ وُرُودِهَا بِشَكْلٍ مَائِلٍ - مُوَزَّعَةً عَلَى مِسَاحَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الأَرْضِ.
- وَبِسَبَبِ مَيْلِهَا ذَاكَ فَإِنَّهَا تَضْطَرُّ لاجْتِيَازِ طَبَقَاتٍ سَمِيكَةٍ مِنَ الْغِلافِ الْغَازِيِّ الْمُحِيطِ بِالأَرْضِ، فَيَسْلُبُهَا جُزْءاً مِمَّا تَحْمِلُهُ مِنْ حَرَارَةٍ مَعَهَا.

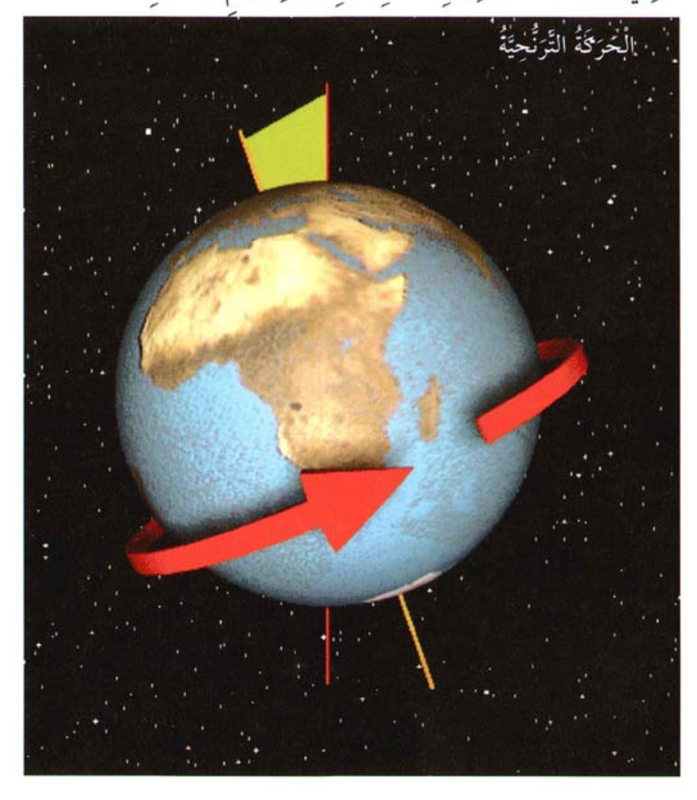
وَبِذَلِكَ تُصْبِحُ حَرَارَةُ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي تُصِيبُهَا تِلْكَ الْحُزْمَةُ الْحَرَارِيَّةُ شِتَاءً أَقَلَّ مِمَّا كَانَتْ عَلَيْهِ صَيْفاً بِرَغْمِ قُرْبِ الأَرْضِ مِنَ الشَّمْسِ شِتَاءً.

وَلَمَّا كَانَ صَيْفُ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ يَحْدُثُ وَالأَرْضُ كَأَقْرَبِ مَا تَكُونُ إِلَى الشَّمْسِ، كَمَا أَنَّ فَصْلُ شِتَاءِ ذَلِكَ النِّصْفِ يَحْدُثُ وَالأَرْضُ كَأَبْعَدِ مَا تَكُونُ عَنِ الشَّمْسِ، فَإِنَّ حَرَارَةَ صَيْفِ ذَلِكَ النِّصْفِ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ أَعْلَى مِنْ حَرَارَةِ صَيْفِ النِّصْفِ الشَّمَالِيِّ، وَبُرُودَةَ شِتَاءِ ذَلِكَ النِّصْفِ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ أَشَدَّ مِنْ بُرُودَةِ شِتَاءِ النِّصْفِ الشَّمَالِيِّ لَوْلاَ غَلَبَةُ الْمُحِيطَاتِ عَلَى الْبَرِّ فِي النِّصْفِ الْجَنُوبِيِّ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى تَعْدِيلِ الْحَرَارَةِ فِي الصَّيْفِ، وَتَخْفِيفِ الْبُرُودَةِ فِي الشِّتَاءِ؛ فَتُصْبِحُ حَرَارَةُ هَذَيْنِ الْفَصْلَيْنِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ قَرِيبَةً مِمَّا هِيَ عَلَيْهِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ.



الْحَرَكَةُ التَّرَنُّحِيَّةُ

تَتَرَنَّحُ الأَرْضُ وَهِيَ تَقُومُ بِدَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ بِسَبَبِ شَكْلِهَا الَّذِي يُشْبِهُ الْبَيْضَةَ كَمَا قَدَّمْنَا، وَبِسَبَبِ تَعَرُّضِهَا لِجَذْبِ الْقَمَرِ مِنْ جِهَةٍ، وَالشَّمْسِ مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَيُؤَدِّي هَذَا التَّرَنُّحُ إِلَى تَزَحْزُحِ النِّهَايَةِ الشَّمَالِيَّةِ لِمِحْوَرِ الأَرْضِ الْوَهْمِيِّ عَنِ اتِّجَاهِهِ الَّذِي قُلْنَا عَنْهُ مَبْدَئِيّاً بِأَنَّهُ ثَابِتٌ بِاتِّجَاهِ نَجْمِ الْقُطْبِ.


الْحَرَكَةُ التَّرَنُّحِيَّةُ

وَهَذَا التَّزَحْزُحُ الضَّئِيلُ سَنَوِيّاً يُؤَدِّي عَلَى مَرِّ الْعُصُورِ إِلَى نَتِيجَتَيْنِ:

- تَغَيُّرِ مَوْقِعِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ: إِذْ يَتَّجِهُ مِحْوَرُ الأَرْضِ إِلَى نَجْمٍ آخَرَ هُوَ غَيْرُ النَّجْمِ الْقُطْبِيِّ الْحَالِيِّ الْقَائِمِ فِي نِهَايَةِ ذَيْلِ (الدُّبِّ الأَصْغَرِ).
- مُبَاكَرَةِ الاعْتِدَالَيْنِ **Precession of the equinoxes**: أَيْ حُدُوثِ الْفُصُولِ فِي كُلِّ عَامٍ فِي وَقْتٍ أَبْكَرَ قَلِيلاً مِنَ الْمَوْعِدِ الَّذِي تَحْدُثُ فِيهِ. وَيُؤَدِّي ذَلِكَ عَلَى مَرِّ أُلُوفِ السِّنِينَ إِلَى حُلُولِ كُلِّ فَصْلٍ مَكَانَ الْفَصْلِ الَّذِي يَسْبُقُهُ.

الْحَرَكَةُ التَّذَبْذُبِيَّةُ (النَّوَدانُ)

لَا يُؤَدِّي جَذْبُ الْقَمَرِ وَالشَّمْسِ لِلأَرْضِ إِلَى تَرَنُّحِهَا فَقَطْ، وَإِنَّمَا إِلَى (نَوَدَانِهَا) أَيْضاً، أَيْ (تَذَبْذُبِهَا) أَثْنَاءَ تَحَرُّكِهَا عَلَى مَدَارِهَا، حَيْثُ نَجِدُ الأَرْضَ تَخْرُجُ عَنْ مَسَارِهَا قَلِيلاً لِتَرْسُمَ قَوْساً صَغِيرَةً عَنْ يَمِينِ مَدَارِهَا، ثُمَّ تَقْطَعُ مَدَارَهَا لِتَرْسُمَ قَوْساً صَغِيرَةً عَنْ يَسَارِهِ. وَتَحْتَاجُ إِلَى رَسْمِ كُلٍّ مِنْ هَاتَيْنِ الْقَوْسَيْنِ إِلَى (18.6) سَنَةً، إِذْ تَكُونُ الأَرْضُ قَدْ أَتَمَّتْ (نُودَةً) وَاحِدَةً - أَيْ (ذَبْذَبَةً) وَاحِدَةً. وَقَدْ حُسِبَ أَنَّ عَوْدَةَ النِّهَايَةِ الشَّمَالِيَّةِ لِمِحْوَرِ الأَرْضِ إِلَى اتِّجَاهِهِ نَحْوَ نَجْمِ الْقُطْبِ بَعْدَ أَنْ يُغَادِرَهُ، تَحْتَاجُ إِلَى مُدَّةٍ قَدْرُهَا (25.800) سَنَةٍ، تَكُونُ الأَرْضُ خِلالَهَا قَدْ قَامَتْ بِنَحْوِ (1400) نُودَةٍ (ذَبْذَبَةٍ).

مُبَاكرة الاعتِدالَين

يَدورُ مِحورُ القطبين دَوَران مِحْوَرِ (البلبل) في أقلّ مِنْ 26000 سنَة بِقليل. ونَتيجةً لِهَذا التّحرك المُسمّى مُباكرة (أو مبادرة) الاعتِدالَين، يَتَغيرُ النّجمُ القطبي.

النجم القطبي

محور القطبين

ش

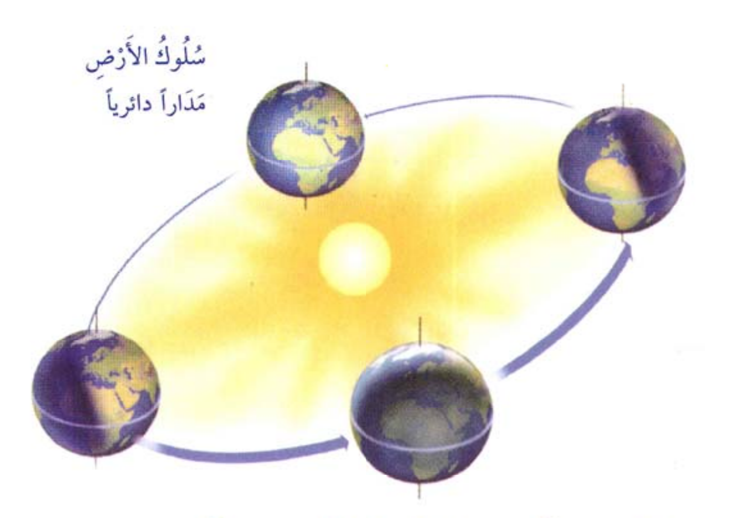
الأرض

ج

سُلُوكُ الأَرْضِ مَدَاراً دائرياً

لَاحَظَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ الأَرْضَ، خِلالَ دَوْرَتِهَا الانْتِقَالِيَّةِ، تُحَاوِلُ تَحْوِيلَ مَدَارِهَا الإِهْلِيلَجِيِّ الْقَرِيبِ مِنَ الدَّائِرَةِ إِلَى مَدَارٍ يَكَادُ يَكُونُ دَائِرِيّاً، وَهَذَا يَعْنِي قِصَرَ الْمَسَافَةِ بَيْنَ بُؤْرَتَيْ الْمَدَارِ. وَقَدْ حُسِبَ الزَّمَنُ اللازِمُ لانْتِهَاءِ الأَرْضِ مِنْ تَحْقِيقِ ذَلِكَ فَوُجِدَ أَنَّهُ فِي حُدُودِ (92.000) سَنَةٍ مُنْذُ الآنَ.

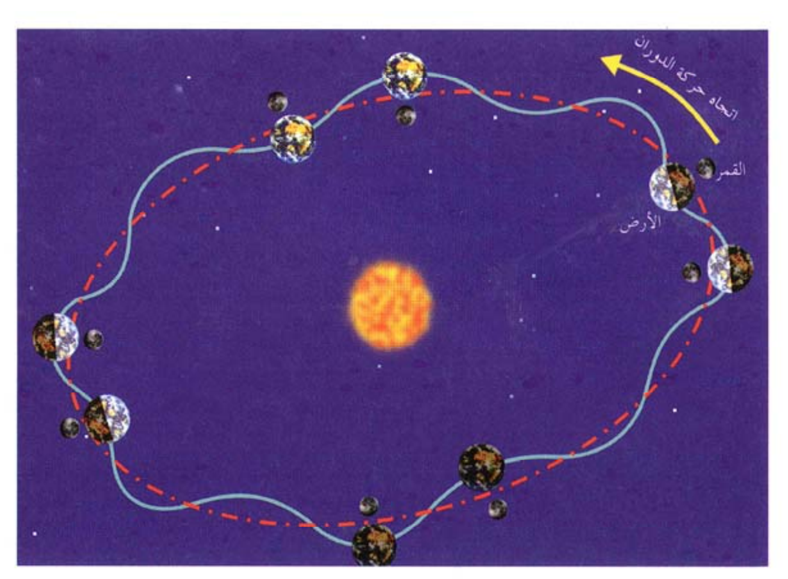
وَمَعَ تَغْيِيرِ الأَرْضِ لِمَوْقِعَيْ بُؤْرَتَيْ مَدَارِهَا، فَإِنَّهَا تَكُونُ قَدْ غَيَّرَتْ مَوْقِعَيْ نُقْطَتَيْ (الأَوْجِ) وَ(الْحَضِيضِ) الْحَالِيَّتَيْنِ.



سُلُوكُ الأَرْضِ مَدَاراً دائرياً

تَغْيِيرُ الأَرْضِ لِنُقْطَةِ تَوَازُنِهَا مَعَ الْقَمَرِ

يَبْعُدُ الْقَمَرُ عَنِ الأَرْضِ وَسَطِيّاً نَحْوَ (354.000)كم، وَتَقَعُ نُقْطَةُ تَوَازُنِهِ مَعَ الأَرْضِ فِي بَاطِنِهَا عَلَى بُعْدِ (4425)كم عَنْ مَرْكَزِهَا حَالِيّاً، إِلاَّ أَنَّ تَبَاطُؤَ الأَرْضِ بِمِقْدَارِ ثَانِيَةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ (1000) عَام، كَمَا أَثْبَتَتْهُ آلاتُ الرَّصْدِ الْفَلَكِيَّةُ الدَّقِيقَةُ، سَيُؤَدِّي إِلَى زِيَادَةٍ فِي سُرْعَةِ دَوَرَانِ الْقَمَرِ حَوْلَ الأَرْضِ بِنَفْسِ النِّسْبَةِ، وَسَيُؤَدِّي ذَلِكَ إِلَى ابْتِعَادِ الْقَمَرِ عَنِ الأَرْضِ خِلالَ أُلُوفِ مَلايِينِ السِّنِينَ الْقَادِمَةِ، مِمَّا يَجْعَلُ نُقْطَةَ التَّوَازُنِ الْقَائِمَةَ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الأَرْضِ تُغَيِّرُ مَوْقِعَهَا.



دَوْرَةُ الأَرْضِ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ

تَقُومُ الأَرْضُ مَعَ الشَّمْسِ، وَبَقِيَّةِ كَوَاكِبِهَا الأُخْرَى، بِالدَّوَرَانِ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ الْقَائِمَةِ فِيهَا وَهِيَ (الْمَجَرَّةُ الأَرْضِيَّةُ) - أَيْ (دَرْبُ التَّبَّانَةِ) أَوْ (الطَّرِيقُ اللَّبَنِيُّ). وَتُتِمُّ الأَرْضُ مَعَ الشَّمْسِ، وَبَقِيَّةِ أَعْضَاءِ مَنْظُومَتِهَا، دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ مَرْكَزِ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ كُلَّ (250) مِلْيُونَ سَنَةٍ.

تَبَاعُدُ الأَرْضِ مَعَ مَجَرَّتِهَا عَنْ بَقِيَّةِ الْمَجَرَّاتِ

تَتَبَاعَدُ الْمَجَرَّاتُ فِي الْكَوْنِ عَنْ بَعْضِهَا بِسُرْعَاتٍ خَيَالِيَّةٍ، تُؤَدِّي إِلَى اتِّسَاعٍ فِيهِ، وَقَدْ شُبِّهَ هَذَا التَّبَاعُدُ، وَمَا يُسَبِّبُهُ مِن اتِّسَاعٍ فِي الْكَوْنِ، بِنِقَاطٍ مَوْجُودَةٍ عَلَى سَطْحِ كُرَةٍ مَطَّاطِيَّةٍ رَقِيقَةٍ، يَتَّسِعُ سَطْحُهَا مَعَ ازْدِيَادِ حَقْنِهَا بِالْهَوَاءِ. وَتَتَبَاعَدُ أَرْضُنَا مَعَ مَجَرَّتِنَا عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمَجَرَّاتِ بِسُرْعَةِ (980)كم فِي الثَّانِيَةِ الْوَاحِدَةِ.

تَحَرُّكُ الأَرْضِ بِاتِّجَاهِ كَوْكَبَةِ (الْجَاثِي)

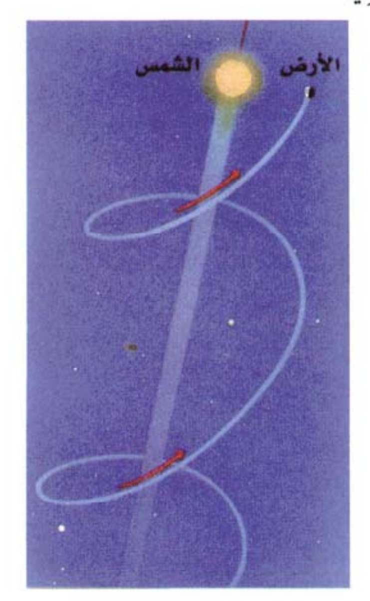
تَقُومُ الشَّمْسُ أَثْنَاءَ دَوَرَانِهَا حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَمَعَهَا الأَرْضُ وَبَقِيَّةُ مَنْظُومَتِهَا، بِالاقْتِرَابِ شَيْئاً فَشَيْئاً مِنَ الْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودَةِ فِي نَفْسِ الْمَجَرَّةِ، وَالْمُسَمَّاةِ (كَوْكَبَةُ الْجَاثِي) أو هرقل **Hercules**.

كوكبة هرقل

المجموعة الشمسية

تَحَرُّكُ الأَرْضِ عَلَى مَدَارٍ لَوْلَبِيٍّ

إِنَّ دَوَرَانَ الأَرْضِ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، مَعَ اتِّجَاهِهَا نَحْوَ كَوْكَبَةِ الْجَاثِي، يَجْعَلُ الأَرْضَ تَرْسُمُ خَلْفَهَا مَدَارَاتٍ وَهْمِيَّةً لَوْلَبِيَّةَ الشَّكْلِ، إِذْ إِنَّهَا، وَهِيَ تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ، تُغَيِّرُ مَوْقِعَهَا مِنَ الْمَجَرَّةِ، مِمَّا يُعْطِي لِمَدَارَاتِهَا الْمُتَلاَحِقَةِ الشَّكْلَ اللَّوْلَبِيَّ.



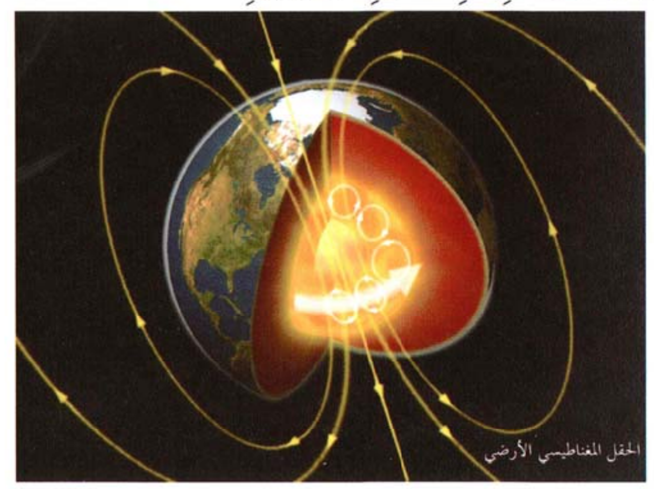
التَّحرّكُ نَحوَ القِمة: تتَّجهُ الشَّمسُ بِسرعةِ (72000كم/سا) نَحوَ القمَّة، وهِيَ نُقطةٌ مَوجودةٌ في كَوكَبةِ الجاثي، والكَواكِبُ الّتي تَدورُ حَولَها، مِنَ الأَرْضِ، ترْسم نَتيجَة ذَلكَ حَلَزوناً في الفَضاءِ.

الْحَقْلُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ لِلْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ

لِلأَرْضِ حَقْلاَنِ مِغْنَاطِيسِيَّانِ: أَوَّلُهُمَا حَقْلٌ يُغَلِّفُ سَطْحَ الأَرْضِ، وَثَانِيهِمَا حَقْلٌ جَوِّيٌّ يُحِيطُ بِالْغِلاَفِ الْغَازِيِّ لِلأَرْضِ:

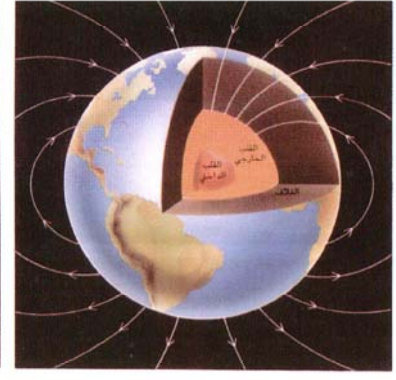
1. الْحَقْلُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ الأَرْضِيُّ: تَمْتَازُ الْكُرَةُ الأَرْضِيَّةُ بِوُجُودِ مِحْوَرٍ مِغْنَاطِيسِيٍّ ضَخْمٍ يَخْتَرِقُ سَطْحَ الأَرْضِ فِي نُقْطَتَيْنِ تُدْعَيَانِ (الْقُطْبَيْنِ الْمِغْنَاطِيسِيَّيْنِ) **magnatic poles**. أَحَدُهُمَا فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ يُدْعَى (الْقُطْبَ الْمِغْنَاطِيسِيَّ الشَّمَالِيَّ)، وَالثَّانِي فِي

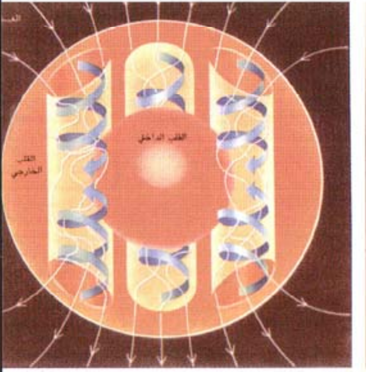
نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ وَيُدْعَى (الْقُطْبَ الْمِغْنَاطِيسِيَّ الْجَنُوبِيَّ). وَالْمِحْوَرُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ يُوَازِي مِحْوَرَ الأَرْضِ، وَيَبْعُدُ عَنْهُ نَحْوَ (1000) كِيلُومِتْرٍ، كَمَا أَنَّهُ أَقْصَرُ مِنْهُ، وَالْقُطْبَانِ الْمِغْنَاطِيسِيَّانِ يَكُونَانَ بَعِيدَيْنِ عَنِ الْقُطْبَيْنِ الْجُغْرَافِيَّيْنِ.


الحقل المغناطيسي الأرضي

وَيَقُومُ هَذَا الْمِحْوَرُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ بِنَشْرِ قُوَاهُ الْمِغْنَاطِيسِيَّةِ عَلَى كَامِلِ سَطْحِ الْكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ، وَيُكْشَفُ عَنْهُ بِوَسَاطَةِ إِبْرَةِ الْبُوصِلَةِ الْمُمَغْنَطَةِ **Compass** الَّتِي يَتَّجِهُ أَحَدُ رَأْسَيْهَا نَحْوَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ الْمِغْنَاطِيسِيِّ، بَيْنَمَا يَتَّجِهُ رَأْسُهَا الآخَرُ نَحْوَ الْقُطْبِ الْمِغْنَاطِيسِيِّ الْجَنُوبِيِّ. وَالْقُطْبَانِ الْمَغْنَاطِيسِيَّانِ غَيْرُ ثَابِتَيْنِ فِي مَكَانِهِمَا، وَإِنَّمَا يَتَغَيَّرُ مَوْقِعُهُمَا بَيْنَ عَامٍ وَآخَرَ تَغَيُّراً ضَئِيلاً، لِذَا يُذَاعُ فِي كُلِّ عَامٍ عَنْ مِقْدَارِ الزَّاوِيَةِ الَّتِي يُشَكِّلُهَا الشَّمَالُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ مَعَ الشَّمَالِ الْجُغْرَافِيِّ. وَالْقُطْبُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ الشَّمَالِيُّ مَوْجُودٌ الْيَوْمَ فِي (شِبْهِ جَزِيرَةِ بُوثْيَا) فِي شَمَالِ (كَنَدَا)، وَيَبْعُدُ عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ - أَيْ عَنِ الشَّمَالِ الْجُغْرَافِيِّ - بِمِقْدَارِ (1000)كم تَقْرِيباً. أَمَّا الْقُطْبُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ الْجَنُوبِيُّ فَيَقَعُ قُرْبَ سَاحِلِ الْقَارَّةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ (أَنْتَارْكْتِيكَا) بِجِوَارِ بَحْرِ (روس) فَوْقَ الأَرْضِ الْمُسَمَّاةِ (أَرْضَ جُورْج الْخَامِس).

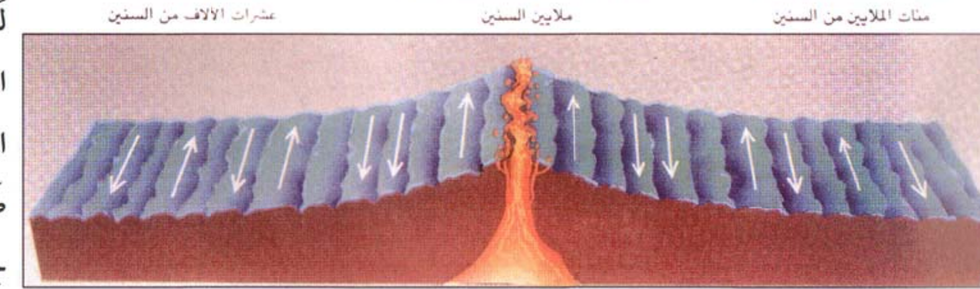
2. **الْحَقْلُ الْمِغْنَاطِيسِيُّ الْجَوِّيُّ**: فِي عام **1958**م، كَشَفَ الْقَمَرُ الصِّنَاعِيُّ (إكسبْلورر-1) عَنْ وُجُودِ مَجَالٍ مِغْنَاطِيسِيٍّ يُحِيطُ بِالْغِلاَفِ الْغَازِيِّ الأَرْضِيِّ بَدْءاً مِنِ ارْتِفَاعِ (9.600)كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (65.000)كم، يَقُومُ بِاحْتِجَازِ الْجُزَيْئَاتِ الْمُشِعَّةِ الَّتِي تَقْذِفُ بِهَا الرِّيَاحُ الشَّمْسِيَّةُ بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الأَرْضِ.





تُمثل خُطوطُ القُوَّة المِغْناطيسيَّة المَجال خارِجَ القَلب (إلى اليَمين)، ويُشيرُ المماس لأيّ خَطّ مِن خُطوطِ المَجالِ إلى اتِّجاه القُوّةِ المِغْناطيسيَّةِ. وتُبيِّن كَثافَةُ الخُطوطِ شِدَّة القُوَّة. ومِن خَرائِطِ المَجالِ المِغْناطيسي تَمكَّنَ العُلماءُ من اسْتِنتاج تَشكيلٍ مُحتملٍ لِجَريانَ المائع وَلِلمَجال المَغْناطيسي في القَلبِ (إلى اليسار).

وَقَدِ اعْتَقَدَ الْعَالِمُ (فَان آلِن)، الَّذِي قَدَّمَ دِرَاسَتَهُ عَنْ هَذَا الْمَجَالِ الْمِغْنَاطِيسِيِّ، بِأَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ مَجَالَيْنِ مِغْنَاطِيسِيَّيْنِ، دُعِيَ كُلٌّ مِنْهُمَا بِاسْمِ (حِزَام فَان آلِن) تَكْرِيماً لَهُ. ثُمَّ بَيَّنَتِ الدِّرَاسَاتُ الْحَدِيثَةُ بِوَسَاطَةِ الأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ أَنَّهُمَا حِزَامٌ وَاحِدٌ، مَعَ اخْتِلاَفٍ بَسِيطٍ فِي طَبِيعَةِ طَبَقَاتِهِ السُّفْلَى عَنْ طَبَقَاتِهِ الْعُلْيَا، وَهَذَا مَا جَعَلَ (فَان آلِن) يَظُنُّهُمَا حِزَامَيْنِ مُنْطَبِقَيْنِ فَوْقَ بَعْضِهِمَا.



صورة للمجال المغنطيسي كما لوحظ على امتداد القشرة الأرضية في المحيط

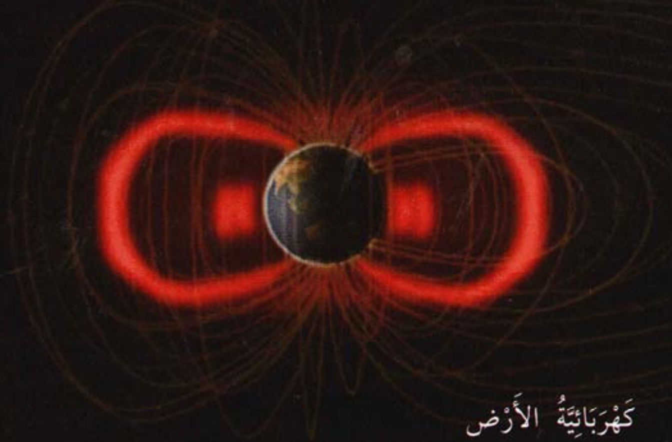


يُسَبِّب الحَقل المِغنَاطيسي الأَرضي انحِرَاف البُوصلَة، مِمَا يُساعِدُنا علَى مَعرِفَة الشَّمَال الجُغْرَافِي.

كَهْرَبَائِيَّةُ الأَرْض

يَعُودُ أَمْرَ نُشُوءِ كَهْرَبَائِيَّةِ الأَرْضِ إِلَى الأَسْبَابِ الثَّلاثَةِ التَّالِيَة:

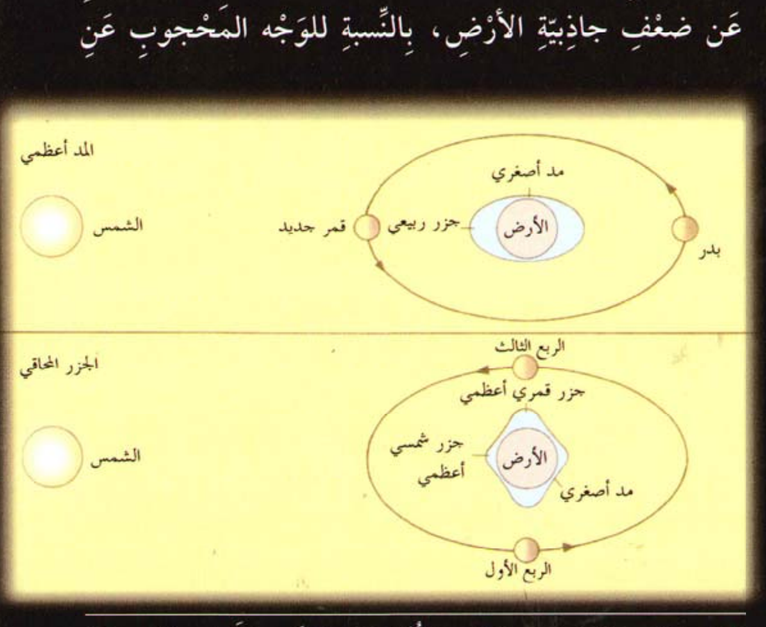
- وُجُودِ طَبَقَةٍ سَائِلَةٍ مِنَ الحَدِيدِ المُمَغْنَطِ تُغَلِّفُ لُبَّ النَّوَاةِ الأَرْضِيَّة.
- دَوَرَانِ تِلْكَ الطَّبَقَةِ مَعَ دَوَرَانِ الأَرْضِ، إِنَّمَا بِشَكْلٍ أَسْرَعَ مِنْهَا وَمِن لُبِّ النَّوَاةِ الَّذِي تُغَلِّفُهُ.
- وُجُودِ حَقْلٍ مِغْنَاطِيسِيٍّ حَوْلَ تِلْكَ الطَّبَقَةِ السَّائِلَة، يَعْمَلُ عَمَلَ نَعْلِ الفَرَسِ المُمَغْنَطِ الَّذِي يُوضَعُ فِي مُوَلِّدَاتِ الكَهْرَبَاء.


كَهْرَبَائِيَّةُ الأَرْض

المَدُّ وَالجَزْرُ Tides

هُمَا حادِثتانْ فَلكيَّتانْ، تُؤثِّران في سَطْحِ الأرْضِ مرَّتَينِ في اليَوْمِ، يُسبِّبُهما جَذْبُ القَمَر والشَّمْس لِلأرض. وَمعَ أنَّ الشّمسَ أكْبرُ مِنَ الأرْضِ بِحَوالي مليون مَرّة، وَأنَّ القَمَرَ أصْغَرُ مِنَ الأرْضِ بِكَثير، إذْ لا يَزيدُ حَجمُهُ على (0.020) مِنْ حَجْمِها فَإنّ تأثيرَهُ في عَمَليّةِ الجَذْبِ تِلْك أكْبرُ مِنْ تَأثيرِ عَمَليّةِ جَذبِ الشّمْسِ بِقَليل، وَما ذاكَ إلاّ لِقُربِهِ الكَبير مِنّا، وَبُعدِ الشَّمْس بُعْداً كَبيراً عنّا. إذْ أنَّ البُعدَ الوَسطِيّ لِلقَمرِ عَنا، أكْثَرُ بِقَليل مِن (380) ألف كم[1] بَيْنَما يَصلُ البُعْدُ الوَسطيُّ للشَّمسِ عَنّا حَوالي (149.5) مليون كم.

بِما أنَّ الأرْضَ تَدورُ يَوميّاً أمامَ الشّمس، كَما يَتَحرّكُ القَمرُ يَوميّاً حَولَ الأرْضِ، لِيتمّ دَورَته حَولَها في زَمَنٍ وَسطِيٍّ قَدرهُ (29.5) يوماً، فإنّهُما ـ أيَ الشَّمسُ وَالقَمَر ـ يُحْدِثانِ في الوَجهِ المُعرّض لَهُما، ارْتِفاعاً في مِياهِ المُحيطاتِ، وفي سَطْحِ القارّاتِ، وهُوَ يُدعى (المَدّ)، بَيْنما يُحدِثُ في الوَجهِ المَحْجوبِ عَنهُما، (مدٌّ) آخرَ في مِياهِ المُحيطاتِ، وَفي سَطْحِ القارّات وَهُو ما يُدعى (المَدُّ الارْتِخائيُّ) النّاجم عَن ضَعْفِ جاذِبيّةِ الأرْضِ، بِالنِّسبةِ للوَجْه المَحْجوبِ عَنِ

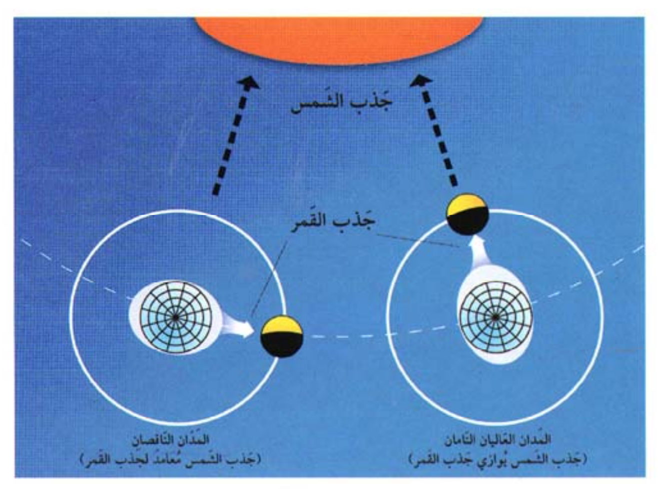


(1) هذا البُعد الوَسَطي، هوَ البُعد المُقَاس بَين مَركَزي الأَرض والقَمَر وهُوَ البُعد المُعتَمَد في بَحث الجَاذِبيَّة.

الشَّمْسِ والقَمَر، وبَينَ مَناطِقَ المَدّ، تَقومُ مَناطِق الجزرِ، وَلِلمدِّ نوعان : (أصْغري) و (أعظمي).

أ- المَدّ الأصْغَر أو الأصْغَري : وَهُو يَحدثُ عِنْدَما يَكونُ القَمرُ في التَّرْبيعِ الأوّلِ، أو في التَّرْبيعِ الثّاني، وَيقْصد بالتَّربيعِ الأوّلِ، عِنْدَما يكونُ القَمرُ في الرُّبعِ الأوّلِ مِنَ الشَّهرِ القَمريّ، أمّا التَّربيعُ الثّاني، فَيحْدثُ عِندما يَكونُ القَمرُ في الرُّبْعِ الثّالثِ مِن الشّهرِ القَمَريّ، وَيُصادفُ التّربيعُ الأوّل اليَومَ السّابعَ مِنَ الشّهرِ القَمَري، بَيْنما يُصادفُ التَّربيعُ الثّاني، اليَومَ الحادي وَالعِشرينَ مِنَ الشّهرِ القَمَري. إذْ يُشكِّلُ القَمرُ يَومَيْ التَّربيعَيْن مَعَ الشّمْس والأرْض، زاوِيةً قائِمَةً، تَكونُ الأرضُ في رَأسِها. وهَذا يُؤدّي إلى قِيامِ القَمَر بِجذبِ القِسم المُواجِهِ لَهُ مِن سَطحِ الأرْضِ فَيُحدِثُ فيهِ مَدّاً، كَما يُسبِّبُ ذَلكَ الجَذْب إضْعافاً في قُوّةِ جاذِبيَّةِ الأرْض، لِلقِسمِ المُقابلِ مِن سَطحِها، وعِنْدها يحْدث في ذَلكَ القِسم ارْتِخاءٌ في سَطحِ الأرْض ومُحيطاتِها وبِحارِها، يَنتُج عَنهُ مَدٌّ يُدعَى (المَدّ الارْتِخائي) وهُوَ مُعادِلٌ تَماماً لِلمَدّ الحادثِ في الوَجهِ المُقابِلِ.

كَما تَقومُ الشّمسُ بِجذبِ السَّطحِ المُعرّضِ لَها، فَتُحْدِثُ فيهِ مَدّاً مُعادِلاً تَقْريباً لِلمدّ الذي أحْدثَهُ القَمَر، وتُحْدِثُ في السَّطحِ المُحتجبِ عَنِ الشّمسِ ارْتِخاءً ناتِجاً عَن ضَعفِ جاذِبيّةِ الأرْضِ، يُؤدّي إلى حُدوثِ (مَدٍّ ارتخائيٍّ) مُساوٍ للمَدّ الذي حَدثَ في مَناطِق (الجَزر) وعَلى هَذا نُلاحِظُ أنَّ سَطْحَ الأرْض كُلَّهُ قَد تَعرَّض للمَدّ تَقْريباً، وَلأنَّ ارْتِفاعَ مِياهِ المُحيطات والبِحار وَسُطوح القارّاتِ يَكونُ في مِثلِ هَذهِ الحالَةِ مَحْدوداً وضَعيفاً، أُطْلقَ عَلى هَذا النَّوع مِنَ المَدِّ (المَدّ الأصْغَر) أو (المَدّ الأصْغَري) ولأنَّ مَناطِقِ الجَزرِ تَكونُ مَحدودَة وَالجَزرُ فيها ضَعيفٌ فَإنَّ مِثلَ ذَلكَ الجَزْرِ يُدْعى (بِالجَزرِ الأصْغَري) ويَتعاقَبُ المَدّ والجَزْر الأصْغَريان مَرَّتَينِ خِلالَ (24) ساعَة.



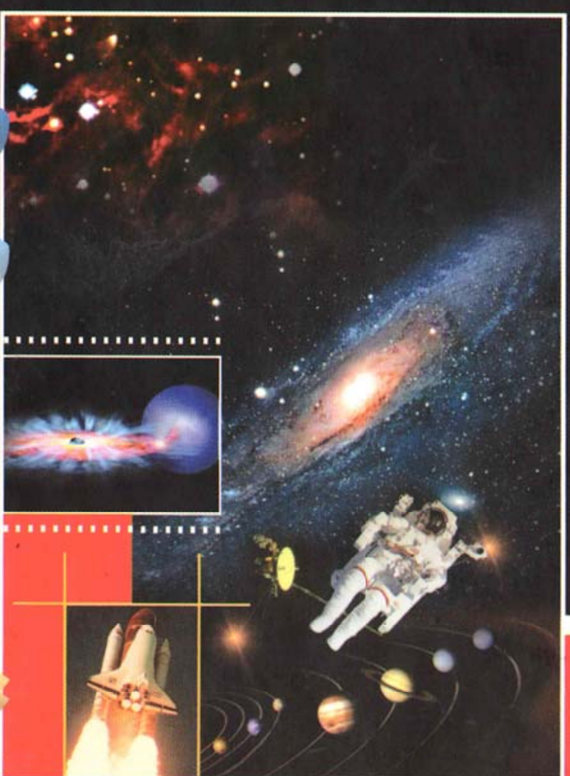
ب- المَدّ الأكْبر أو المَدّ الأعْظَمي : في مُنتصَفِ الشَّهرِ القَمَري، يصُبحُ القَمرُ والشَّمسُ وَبيْنهُما الأرْضُ عَلى اسْتِقامَةٍ واحِدةٍ، وَعِندَها يَحدثُ (المَدّ الأكْبر أو المَدّ الأعْظمي) في سَطحِ الأرْضِ المُقابلِ لِلقَمرِ وفي مُحيطاتِهِ وَبِحارِه.

كَما يَحدثُ (مَدٌّ أكْبَر) في سَطْحِ الأرْضَ، المُقابِلِ لِلشَّمْسِ، أثْناءَ الوَجْهان الآخَران مِنَ الأرضِ، اللذانِ تَنْسحبُ مِنهُما المِياهُ نَحوَ الوَجْهيْنِ المُعرّضينَ لِلقَمر والشَّمْس، فَيَحدثُ فيهِما (جَزرٌ أعْظَميٌّ). وفي أوّلِ يَوم مِنْ أيّامِ الشَّهرِ القَمري، حَيثُ تَكونُ الشَّمسُ والأرْضُ وبَيْنهُما القَمرُ عَلى اسْتِقامةٍ واحِدةٍ يحدثُ (مَدّ أكْبَر) في سَطْحِ الأرْضِ المُوجّهِ نَحوَ القَمرِ والشَّمْس.

وتُؤدّي جاذِبيتَا القَمَر والشَّمْس، إلى إضْعافِ جاذِبيّةِ الأرْضِ، بِالنِسبَةِ للسَّطحِ المُقابِلِ، فَيحْدثُ فيهِ (مَدّ أكْبَر) يُدْعى : (المَدُّ الارْتِخائِيُّ)، ويُساوي تَماماً (المَدّ الأكْبَر) القائِم في الوَجهِ المُقابِلِ (لِلقَمرِ والشَّمْسِ).

أمّا السَّطْحانْ الآخَرانْ مِنَ الأرْضِ، فَيحدُثُ فيهِما (جَزرٌ أكْبرُ أي أعْظمِي) بِسببِ انْسحابِ المِياهِ مِنْ مُحيطاتِها وَبِحارِهِما، لِتَغذيةِ مَوْجةِ المَدّ في السَّطحَينِ الأوّليّينِ مِنَ الأرْضِ، وبِما أنَّ الأرْضَ تُدورُ أمامَ الشَّمسِ، كَما أنَّ القَمر يَدورُ حَولَ الأرْضِ، فَإنَّ مَوجَةَ المَدّ الأكْبَر تَنتقِلُ مَعَ دَوَرانِ الأرْضِ لِيعْقبُها (جَزرٌ أكْبَرُ)، ثُمَّ يَليهِ المَوجَةُ الثَّانِيَة (المَدّ الأكْبر) حَيثُ يَعقبُه (جَزرٌ أكْبَر) وَارتِفاعُ مَوْجه (المَدّ الأكْبَر) لا يَزيدُ في عَرضِ المُحيطاتِ







شركة
دار الشرق العربي
بيروت - لبنان
تلفاكس: 00961 1 701668
ص.ب.: 11/6918 - الرمز البريدي 11072230
سوريا - حلب
هاتف: 2115773 - 2116441
فاكس: 2125966 21 00963 ص.ب.: 415
E-mail: afach1@scs-net.org
info@afashedu.com



Designed by R. Sedik